

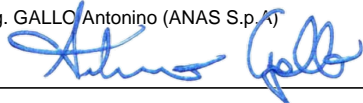
S.S. n. 309 "ROMEA"

**LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UNA
ROTATORIA IN ZONA PRODUTTIVA IN COMUNE
DI TAGLIO DI PO CON CHIUSURA ACCESSI
DIRETTI ALLA S.S. N.309 AL KM 63+850**

PROGETTO DEFINITIVO

IL DIRETTORE PER L'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

Ing. GALLO Antonino (ANAS S.p.A)



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ERREstudio s.r.l.
Società di Ingegneria

Via Sant'Ubaldo, 28 - 15121 Alessandria (AL) - Italy

Tel. +39.0131.752108 - Fax +39.0131.752109

E-mail: erre-studio-srl@pec.it - segreteria@erre-studio.it

Web: www.erre-studio.it

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. VASSALLO Umberto (ANAS S.p.A)

PROTOCOLLO:

DATA:

RELAZIONE GENERALE

N. Doc.

02

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

--	--	--	--	--	--	--	--

--

--	--	--	--	--	--

NOME FILE

T00EG00GENRE01 - L19.373.DE.SD.00A.02

CODICE

ELAB.

T	0	0	E	G	0	0	G	E	N	R	E	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REVISIONE

SCALA

A

A

EMISSIONE

Agosto 2021

M. GAFFOGLIO

M. GAFFOGLIO

E. RAVARINO

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. STATO DEI LUOGHI	4
2.1 DESCRIZIONE GENERALE DELLA SS 309	4
2.2 DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO	5
3. ANALISI DI TRAFFICO	10
3.1 DEFINIZIONE TRAFFICO MEDIO	11
3.2 DEFINIZIONE MATRICE O/D	11
4. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	12
4.1 PROGETTO STRADALE	12
4.2 BARRIERE DI SICUREZZA	13
5. PROGETTO DELLE INTERSEZIONI STRADALI	13
5.1 CRITERI PER L'UBICAZIONE DELLE INTERSEZIONI	13
5.2 CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA DELLE INTERSEZIONI	14
5.3 PROGETTO DI UNA ROTATORIA	15
5.4 VANTAGGI DELLA ROTATORIA	16
5.5 ELEMENTI GEOMETRICI DELLA ROTATORIA	16
5.6 UBICAZIONE DELLA ROTATORIA	18
6. STATO DI PROGETTO	18
6.1 ROTATORIA 1 – SS 309 – VIA DEL LAVORO	19
6.1.1 SEZIONI TRASVERSALI TIPO E PACCHETTO STRADALE	21
6.1.1.1 SEZIONE TRASVERSALE ROTATORIA	21
6.1.1.2 SEZIONE TRASVERSALE TIPO ISOLE SPARTITRAFFICO	22
6.1.1.3 SEZIONE TRASVERSALE TIPO RAMI DI ACCESSO	23
6.1.1.4 PACCHETTO STRADALE	24
6.2 SPOSTAMENTO ACCESSO OFFICINA AUTORIPARAZIONI	24
6.3 ROTATORIA 2 – INCROCIO VIA DEL LAVORO	25
6.3.1 SEZIONI TRASVERSALI TIPO E PACCHETTO STRADALE	26
6.3.1.1 SEZIONE TRASVERSALE ROTATORIA	26
6.3.1.2 SEZIONE TRASVERSALE TIPO ISOLE SPARTITRAFFICO	27
6.3.1.3 PACCHETTO STRADALE	27
6.4 CHIUSURA ACCESSI DIRETTI	27
6.4.1 SEZIONE TRASVERSALE TIPO E PACCHETTO STRADALE	28
6.4.1.1 SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELLA COMPLANARE	28
6.4.1.2 PACCHETTO STRADALE	29
6.5 ELEMENTI DI COMPLETAMENTO: SEGNALETICA, ILLUMINAZIONE E BARRIERE DI SICUREZZA	29

6.5.1	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	29
6.5.2	SEGNALETICA VERTICALE.....	30
6.5.3	ILLUMINAZIONE.....	30
6.5.4	BARRIERE DI SICUREZZA.....	30
6.6	VERIFICHE DI CONGRUENZA	31
6.6.1	GEOMETRIA DELLA ROTATORIA.....	31
6.6.2	VELOCITÀ DI PROGETTO	32
6.6.3	VISIBILITÀ SULL'ANELLO	34
6.6.4	VISIBILITÀ PER L'ARRESTO.....	35
6.6.5	CAPACITÀ'	37
7.	ESPROPRI ED OCCUPAZIONI	40
8.	INTERFERENZE	40
9.	CATEGORIA DELLE LAVORAZIONI.....	41
10.	PREZZI	41
11.	TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI	41
12.	CONCLUSIONI.....	41

1. PREMESSA

La presente "**Relazione Generale**" si riferisce all'intervento di realizzazione di una nuova rotonda al km 63+850 della SS 309 "della Romea" all'intersezione con Via del Lavoro nel Comune di Taglio di Po in provincia di Rovigo ed alla chiusura degli accessi diretti sulla SS 309 mediante realizzazione di una complanare per l'immissione dei veicoli in sicurezza.

Attualmente l'intersezione tra la SS309 e Via del Lavoro avviene tramite intersezione a raso senza regolazione semaforica



Fig. 1.Ortofoto

2. STATO DEI LUOGHI

2.1 DESCRIZIONE GENERALE DELLA SS 309

La S.S. n. 309 "Romea" è una strada statale classificabile come classe C1 che collega la città di Ravenna con la città di Mestre in Provincia di Venezia, seguendo il litorale dell'Adriatico a poca distanza dal mare.

La Romea costituisce un importantissimo asse viario in direzione Nord-Sud per le comunicazioni dall'Emilia Romagna e dalla Riviera romagnola verso il Veneto, in quanto attualmente non esiste un'autostrada che segua la medesima direzione a oriente della A13 Bologna-Padova. Interessa le province di Ravenna, Ferrara, Rovigo, Padova e Venezia attraversando da sud verso Nord i lidi Ravennati, le Valli di Comacchio, il delta del Po e lambendo infine tutta la parte meridionale della laguna di Venezia superando Po, Adige, Brenta-Bacchiglione e numerosi canali artificiali. La strada assume quindi anche importanza turistica, oltre che di collegamento.

La SS 309 nel suo tracciato attuale termina alla rotatoria connessa con lo svincolo di Marghera della tangenziale di Mestre (A57); gli ultimi 3,5 km sono a quattro corsie su due carreggiate, intervallati da due rotatorie: la prima dopo circa un chilometro realizzata nella primavera del 2014 per favorire una migliore intersezione con la nuova area commerciale alla periferia ovest di Marghera; la seconda all'intersezione con la ex strada statale 11 Padana Superiore. In località Malcontenta si restringe a carreggiata unica scavalcando il Naviglio del Brenta, e da qui inizia a lambire i limiti terrestri della laguna di Venezia con percorso perfettamente rettilineo e senza attraversare alcun centro abitato; per circa quindici chilometri costeggia sulla sinistra il Taglio Nuovissimo del Brenta, un canale artificiale.

In località Passo della Fogolana, a 27 km da Marghera, termina il lungo rettilineo e uno svincolo consente l'immissione nella strada statale 516 Piovese diretta a Padova. Percorrendo la striscia di terra compresa tra il corso del fiume Brenta e la laguna, si dirige verso sud-est raggiungendo Chioggia, al limite meridionale della laguna veneta della quale si attraversa un braccio mediante un suggestivo viadotto. Superata la città con un percorso che la lascia ad est di essa, la strada Romea supera il Brenta-Bacchiglione, prossimo alla foce, e prende direzione sud affiancando la linea ferroviaria Rovigo-Chioggia fino a raggiungere e ad attraversare la frazione di Sant'Anna. A Cavanella d'Adige, ultima frazione del comune di Chioggia, esce dalla provincia di Venezia, scavalca l'Adige ed entra in territorio rodigino nell'area del delta del Po, caratterizzata da un complesso sistema di bracci fluviali e canali che la strada attraversa in successione.

La strada tocca Rosolina e Porto Viro, scavalca il Po di Venezia e attraversa Taglio di Po dove, segnando l'esatta metà del suo percorso al km 63+400, inizia a percorrere in senso trasversale la maggiore isola deltizia, l'isola di Ariano.

Superato il Po di Goro, a Mesola, la SS 309 entra in Emilia-Romagna, precisamente in territorio ferrarese, delimitando ad ovest il parco regionale del Delta del Po. Transita poi per Pomposa, dominata dal campanile della celebre abbazia, e scavalca il Po di Volano, avvicinandosi sempre di più al litorale adriatico. In prossimità di Comacchio, a Porto Garibaldi, vi si innesta il raccordo autostradale 8 Ferrara-Porto Garibaldi.

In località Bellocchio la strada entra in provincia di Ravenna, lambisce per un breve tratto la valle di Comacchio prima di scavalcare il fiume Reno prossimo alla foce ed entrare nella pineta di San Vitale.

A pochi chilometri a nord di Ravenna vi è una grande Rotonda sopraelevata da cui inizia la statale (km 0,000), e da cui si diparte una diramazione (SS 309 dir), che prosegue divenendo autostrada dopo 5,7 km (A14 diramazione per Ravenna); la strada ordinaria invece continua entrando in città, dove comincia il percorso sopra descritto di circa 127 km.

Secondo un rilevamento statistico promosso nel 2006 dall'ACI in collaborazione con l'ISTAT, la SS 309 è la strada più pericolosa d'Italia, secondo i seguenti parametri:

- a) Numero di incidenti stradali per chilometro (1.7)
- b) Numero di morti per incidente (10%)

2.2 DESCRIZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

L'area oggetto di intervento è situata al km 63+850 della SS 309, in corrispondenza dell'incrocio con Via del Lavoro all'interno dell'area produttiva del Comune di Taglio di Po in provincia di Rovigo. Il suddetto incrocio si trova in un tratto rettilineo della SS 309 e pertanto risulta alquanto pericoloso per i veicoli che si apprestano ad effettuare la svolta a sinistra in via del Lavoro e per quelli che si immettono sulla Romea da Via del lavoro a causa dell'alta velocità dei veicoli in transito, con conseguente elevato rischio di incidenti che coinvolgono anche mezzi pesanti. In corrispondenza dell'incrocio in oggetto risulta presente un tratto di Via del Lavoro che consente l'accesso a due attività commerciali (colorificio e negozio di biciclette). Dal lato opposto di Via del Lavoro risulta presente l'accesso ad una officina di autoriparazioni. Nelle figure seguenti si riportano alcune immagini dell'area

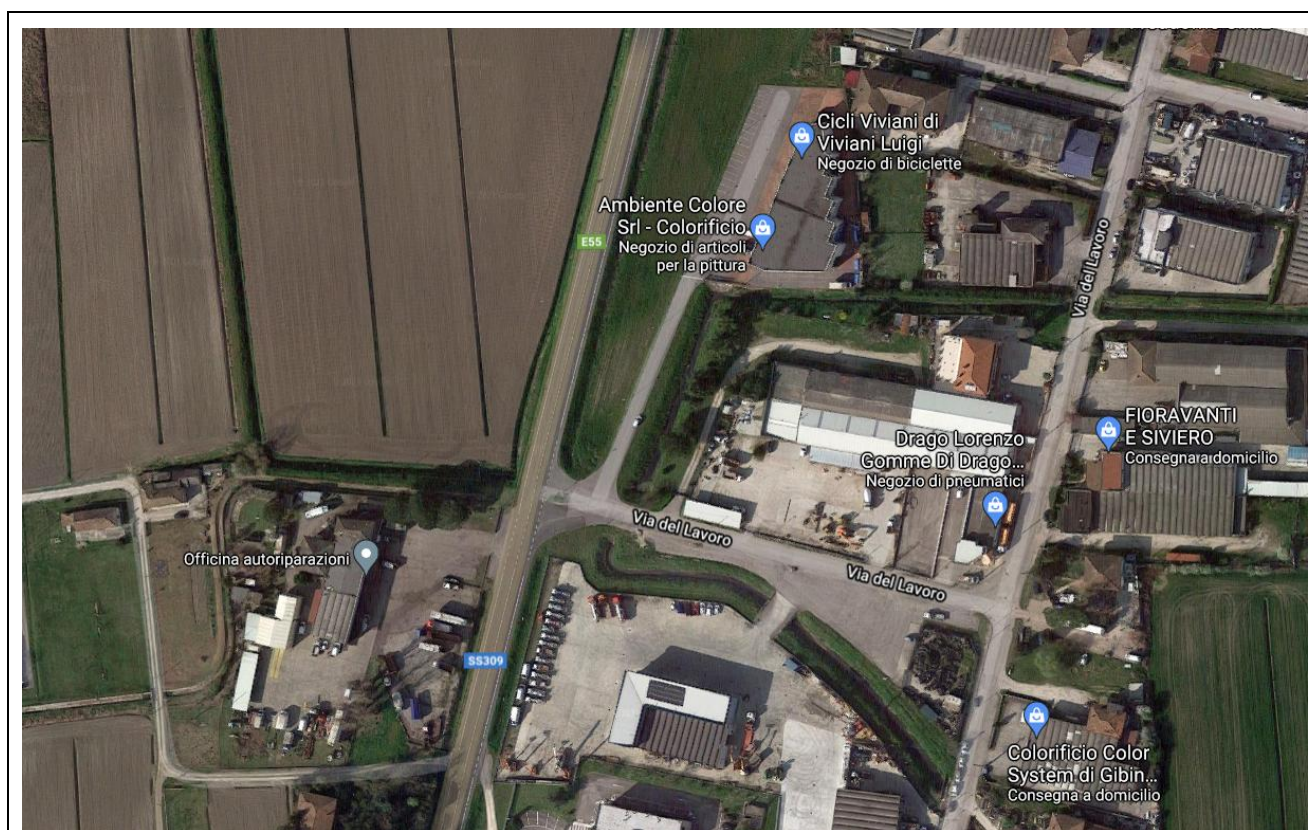


Fig. 2.Ortofoto Incrocio SS 309 – Via del Lavoro



Fig. 3. Incrocio SS 309 – Via del Lavoro – Direzione Ravenna



Fig. 4. Incrocio SS 309 – Via del Lavoro – Direzione Venezia



Fig. 5. Incrocio SS 309 – Via del Lavoro – Accesso officina autoriparazioni



Fig. 6. Incrocio SS 309 – Via del Lavoro – Strada di accesso ad attività commerciali

A Nord dell'incrocio risultano inoltre presenti un distributore di benzina, alcuni accessi diretti di privati e le Vie Avogadro e Pordenone: tali situazioni risultano essere potenzialmente pericolose per le manovre di immissione sulla SS 309 sia dei veicoli leggeri che dei mezzi pesanti. Nelle figure seguenti si riportano alcune immagini dell'area:

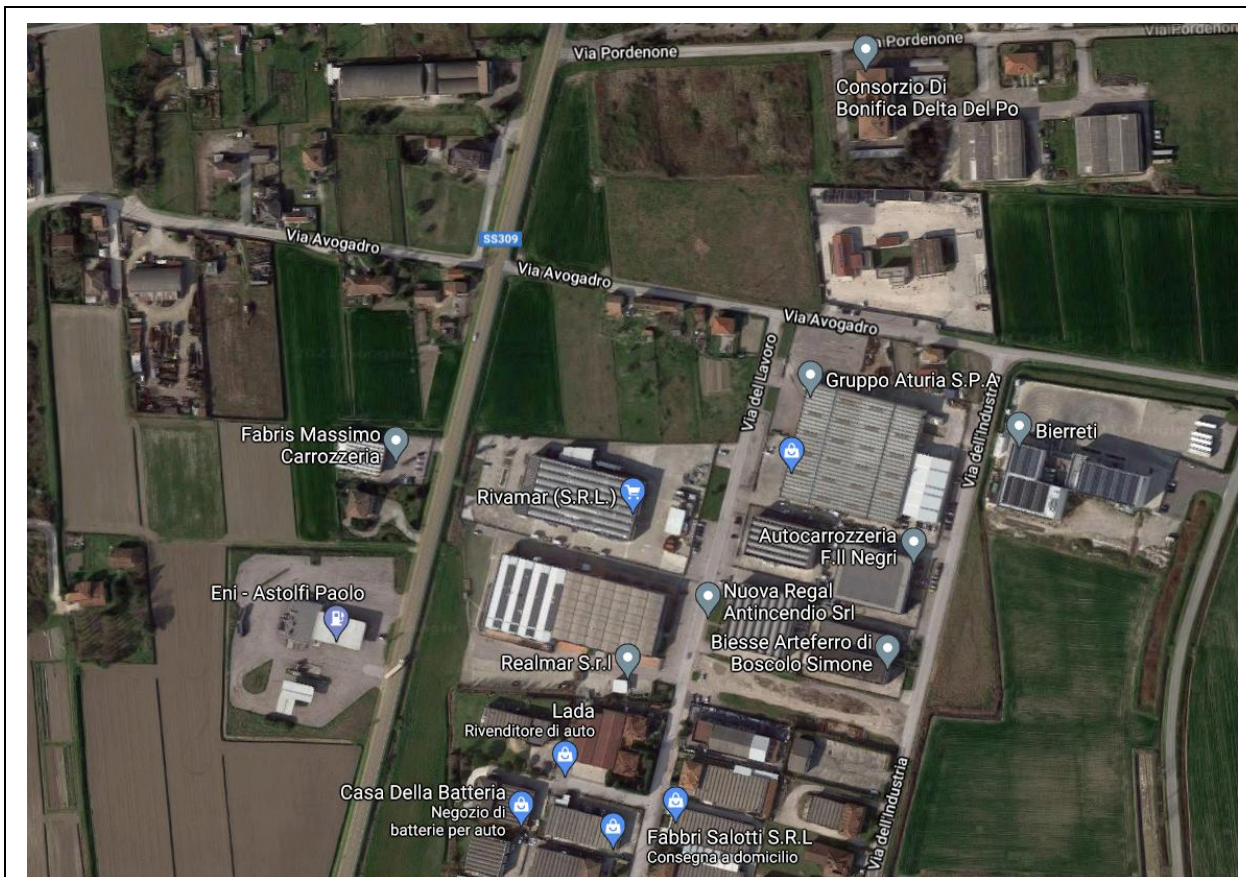


Fig. 7.Ortofoto Distributore di benzina e accessi diretti



Fig. 8.Distributore di benzina – Direzione Ravenna



Fig. 9.Accessi diretti su SS 309 – Direzione Venezia



Si rimanda alla **Documentazione Fotografica** allegata al presente progetto per una più completa trattazione.

3. ANALISI DI TRAFFICO

Nell'odierna configurazione infrastrutturale dell'incrocio si crea un netto punto di conflitto tra i flussi veicolari transitanti nella SS 309 e il flusso proveniente da Via del Lavoro prevalentemente composto da mezzi pesanti. Inoltre gli accessi diretti costituiti dal distributore di benzina e dagli edifici presenti a nord dello stesso oltre che dalla presenza di Via Avogadro e via Pordenone comportano un punto di conflitto tra i flussi veicolari transitanti sulla SS 309 e quelli che si immettono sulla stessa, data anche l'alta velocità di percorrenza dei veicoli in transito sulla SS 309.

Si è quindi scelto di modificare la viabilità in corrispondenza dell'incrocio con Via del Lavoro, sostituendo l'incrocio suddetto con una rotatoria alla francese, al fine di rendere più agevole l'immissione dei veicoli provenienti da Via del Lavoro e garantire una maggiore fluidità e sicurezza del traffico veicolare e di chiudere gli accessi diretti mediante realizzazione di una complanare separata dalla SS 309 mediante barriera spartitraffico.

Sulla scorta delle analisi di traffico riportata nella relazione "**Studio del traffico**" è stato possibile ricavare la matrice Origine/Destinazione relativa ai tre assi che convergono sulla rotatoria in progetto.

In particolare gli assi che convergono nella rotatoria sono così definiti:

- Asse 1: proveniente da Ravenna e confluyente nella rotatoria;
- Asse 2: proveniente da Venezia e confluyente nella rotatoria;

- Asse 3: proveniente da Via del Lavoro (Taglio di Po) e confluyente nella rotatoria.

3.1 DEFINIZIONE TRAFFICO MEDIO

Nella seguente tabella vengono sintetizzati i dati riportati nello "studio del traffico" allegato al presente progetto: vengono forniti i valori di volume medio di veicoli leggeri al giorno, il numero medio di veicoli pesanti al giorno ed il volume totale al giorno sulla base del quale è stata definita la matrice O/D. Poiché nello studio del traffico non sono presenti dati relativi a Via del Lavoro si è ipotizzato un valore percentuale del 30%.

Posizione di rilevamento	Ramo	Volume medio veicoli leggeri al giorno	Volume medio veicoli pesanti al giorno	Volume medio totale al giorno
Comacchio km 22+400	1	6437	1515	7952
Porto Tolle km 68+170	2	6093	1417	7510
-	3			2386

Al fine di simulare un incremento del traffico futuro sulla nuova infrastruttura, i valori riportati nella tabella precedente sono stati incrementati di un 30% ottenendo quanto segue:

Posizione di rilevamento	Ramo	Volume medio veicoli leggeri al giorno	Volume medio veicoli pesanti al giorno	Volume medio totale al giorno
Comacchio km 22+400	1	8368	1970	10338
Porto Tolle km 68+170	2	7921	1842	9763
-	3			3102

3.2 DEFINIZIONE MATRICE O/D

Sulla base dei dati di traffico riportati nel paragrafo precedente, è stata inoltre ipotizzata la ripartizione dei flussi in corrispondenza di ciascun ramo della rotatoria, prendendo in considerazione le destinazioni possibili. Tali svolte sono state proporzionate in funzione della tipologia di strada di riferimento, degli insediamenti accessibili, della attività commerciali e lavorative potenzialmente raggiungibili da ciascun ramo.

Ramo	da	a	%	Volume medio veicoli leggeri al giorno	Volume medio veicoli pesanti al giorno	n. veicoli in svolta	Somma
1	1	2	85%	7117	1670	8787	10338
	1	3	15%	1256	295	1551	
2	2	1	85%	6722	1577	8299	9763
	2	3	15%	1186	278	1464	
3	3	1	50%	1256	295	1551	3102
	3	2	50%	1256	295	1551	

I veicoli rilevati in sede di analisi del traffico vengono distinti in mezzi pesanti ed autovetture: per ricavare la matrice O/D risulta necessario omogeneizzare questi dati disaggregati, procedendo alla loro trasformazione in "flussi di autovetture equivalenti" mediante i coefficienti riportati nella seguente tabella:

Tipo di veicolo	Coefficiente di equivalenza
Ciclo e motociclo	0.5
Veicolo leggero (autovettura)	1.0
Veicolo pesante (motrice priva di rimorchio, autocarro)	1.5
Veicolo pesante con rimorchio (autotreno, autoarticolato) o autobus	2.0

Considerando, a favore di sicurezza, la presenza di veicoli leggeri e pesanti con rimorchio si ha la seguente matrice O/D espressa in veicoli equivalenti orari

ASSI	1	2	3
1	-	837	148
2	790	-	139
3	154	154	-

4. **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

Gli interventi di progetto sono conformi alle seguenti normative:

4.1 **PROGETTO STRADALE**

D.M. 5 Novembre 2001(S.O. n.5 alla G.U. 4 gennaio 2002 n.3)

"Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

D.M. 19 aprile 2006(G. U. 24luglio 2006 n. 170)

“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”

4.2 BARRIERE DI SICUREZZA

D.M. 18 febbraio 1992 n. 223 (G.U. 16 marzo 1992 n. 63)

“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”

D.M. 3 giugno 1998 (G.U. 29 ottobre 1998 n. 253)

“Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione”

D.M. 21 Giugno 2004 n. 2367 (G.U. 05 agosto 2004 n. 182)

“Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.

Circolare prot. n. 62032 del 21/07/2010

“Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”.

D.M. 28 Giugno 2011 (G.U. 06 ottobre 2011 n. 233)

“Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”.

Per quanto riguarda il rispetto della Normativa sulle barriere architettoniche si rileva che non vi sono percorsi pedonali che interessano il tratto di strada suddetto, pertanto le opere non sono soggette alla legge 104/92.

5. PROGETTO DELLE INTERSEZIONI STRADALI

5.1 CRITERI PER L'UBICAZIONE DELLE INTERSEZIONI

La corretta collocazione delle intersezioni rappresenta un elemento fondamentale del procedimento di pianificazione e di progettazione che va verificato in base a tre condizioni:

- eventuali interferenze funzionali con intersezioni adiacenti;
- compatibilità con le condizioni plano-altimetriche degli assi viari;
- compatibilità con le caratteristiche della sede viaria (sede naturale, gallerie, viadotti, ecc.).

Per quanta concerne l'interferenza con i nodi viari adiacenti, la distanza minima da adottare dipende dalla tipologia della intersezione, dovendosi considerare interferente anche una parziale sovrapposizione della segnaletica di preavviso.

In linea generale si deve adottare in campo extraurbano un distanziamento minima di 500 m tra intersezioni contigue.

Per quanta concerne le condizioni plano-altimetriche, valgono le seguenti avvertenze:

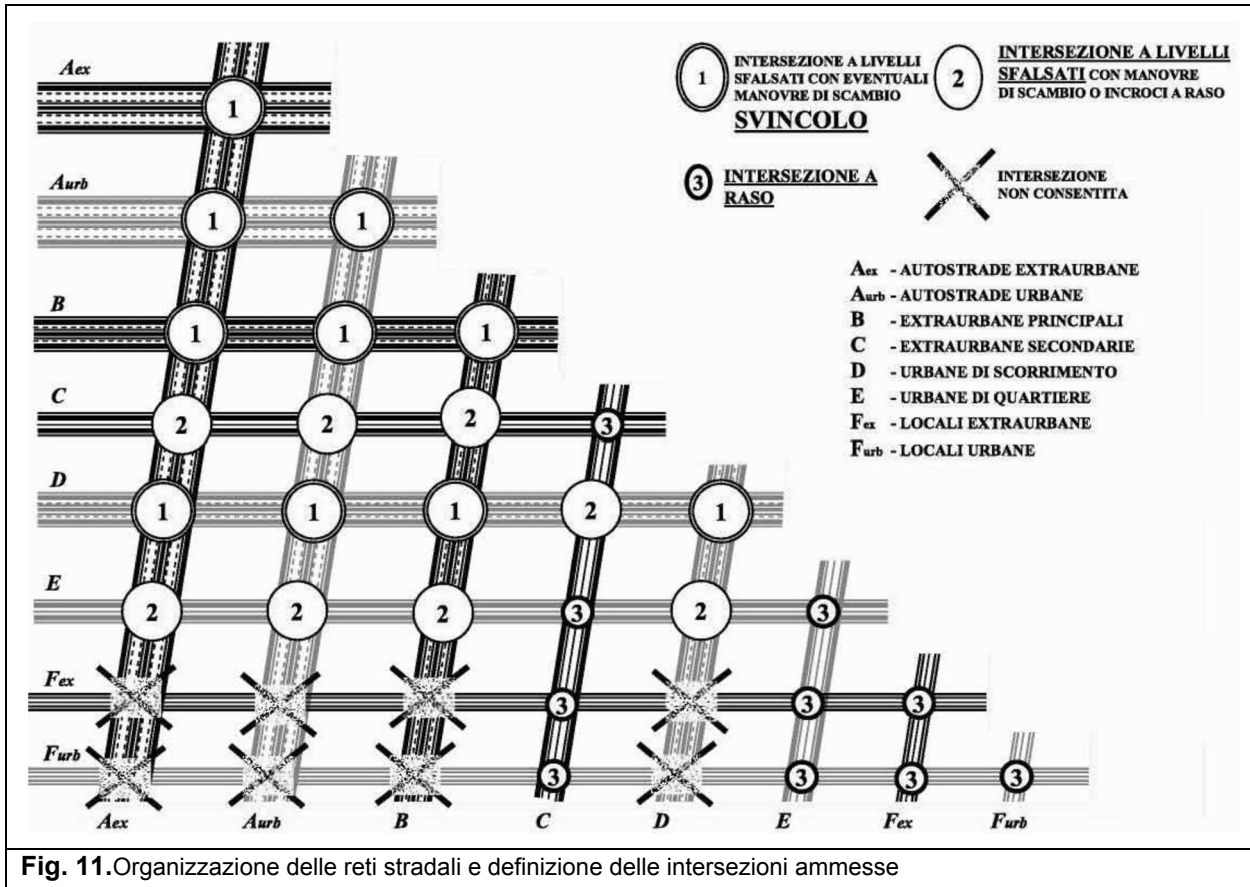
- le intersezioni devono essere realizzate preferibilmente in corrispondenza di tronchi stradali rettilinei; possono essere realizzate anche in tratti di strada curvilinei ma nel rispetto delle distanze minime di visibilità;
- per le intersezioni a raso l'angolazione tra gli assi delle strade non deve risultare inferiore ad un angolo di valore pari a 70°;

- sulle rampe e lungo gli apprestamenti per le manovre di entrata ed uscita non è consentita la realizzazione di accessi, passi carrabili, aree di sosta, fermate veicolari ed altre consimili funzioni;
- per le intersezioni a raso i rami di interconnessione che realizzano le svolte devono avere pendenze aggiuntive longitudinali non superiori del 2% rispetto alle livellette delle strade confluenti;
- le intersezioni possono essere realizzate in viadotto, in corrispondenza di opere di sostegno ed in galleria, escludendo, in quest'ultimo caso, di ubicare le aree di diversione e di immissione nelle zone di imbocco e di uscita delle gallerie.

5.2 CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA DELLE INTERSEZIONI

Sulla base della classificazione delle strade prevista dal Codice della Strada e dal D.M. 5.11.2001 n° 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", articolata in otto tipi di strade, quattro per L'ambito extraurbano e quattro per L'ambito urbano, i nodi di interconnessione possono concettualmente rappresentarsi come gli elementi di una matrice simmetrica (8x8), ove figurano tutti i possibili nodi di intersezione fra due strade (0 punti simbolici).

Nella matrice si distinguono nodi omogenei, che connettono strade dello stesso tipo, e nodi disomogenei, che connettono strade di tipo diverso. Mentre nei primi (nodi omogenei) sono sempre consentite connessioni che realizzano il trasferimento dei flussi da una strada all'altra, nei secondi (disomogenei), per ragioni di sicurezza e funzionalità, non sempre la realizzazione della connessione dei flussi di traffico è ammessa. Pertanto alcuni nodi, nei quali è forte la differenza fra i livelli gerarchici delle strade confluenti, vengono considerati non ammissibili.



Laddove la connessione è ammessa, è possibile distinguere diverse tipologie di nodo in relazione alla possibilità o meno che in corrispondenza del nodo si verifichino punti di conflitto di intersezione. Nel caso di nodo in cui le strade confluenti siano tutte a carreggiate separate, non sono ammessi punti di conflitto di intersezione e la connessione sarà risolta con uno svincolo (nodo di tipo 1), ammettendo eventualmente per le sole correnti di svolta manovre di scambio. Laddove una delle strade che convergono nel nodo è di un tipo per il quale la sezione trasversale è prevista ad unica carreggiata, possono essere ammesse su tale strada manovre a raso, mentre l'incrocio fra le correnti principali va risolto sfalsando i livelli (nodo di tipo 2). Laddove le due strade che si considerano appartengano a tipi per i quali la sezione trasversale prevista è ad unica carreggiata, l'intersezione potrà essere risolta a raso (nodo di tipo 3).

Alle tipologie di nodi individuate si possono associare soluzioni geometriche compatibili e differenziate, in relazione ai tipi di strade confluenti nel nodo.

Tra le soluzioni funzionali compatibili tra le diverse tipologie di nodi, quelle più usuali fanno riferimento all'incrocio fra due strade (intersezioni a quattro bracci) o all'innesto di una strada sull'altra (intersezioni a tre bracci). Intersezioni più complesse sono da evitare; soltanto nel caso di intersezioni a livello o parzialmente a livelli sfalsati, organizzate a "rotatoria", è possibile considerare più di due strade confluenti nel nodo.

Le intersezioni a raso, definite dal Codice della Strada, vengono distinte in:

- a) intersezioni lineari a raso quando sono consentite manovre di intersezione;
- b) intersezioni a rotatoria, quando i punti di intersezione sono eliminati.

5.3 PROGETTO DI UNA ROTATORIA

La rotatoria costituisce una delle più interessanti e moderne tipologie di intersezioni fra le infrastrutture stradali. La diffusione di tale tipo di incrocio in diversi contesti –sia urbano che extraurbano- ha portato gli utenti della strada ad apprezzarne i vantaggi.

La normativa italiana "DECRETO 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" suddivide le rotatorie in relazione alla forma e ad altri criteri adottati per la progettazione. Riguardo alla forma, le rotatorie vengono distinte in configurazioni circolari e in sistemazioni a circolazione rotatoria di conformazione diversa da quella circolare. Il presente progetto ha sviluppato la realizzazione della rotatoria secondo il primo criterio progettuale, quale quello di rotatoria ad anello circolare a senso unico di circolazione.

A tale riguardo, la normativa propone la seguente tipologia di classificazione in funzione del diametro della circonferenza esterna:

- mini rotatorie: diametro esterno compreso tra 14 m e 25 m;
- rotatorie compatte: diametro esterno compreso tra 25 m e 40 m;
- rotatorie convenzionali: diametro esterno compreso tra 40 m e 50 m.

Per sistemazioni con "circolazione rotatoria", che non rientrano nelle tipologie su esposte, il dimensionamento e la composizione geometrica debbono essere definiti con il principio dei tronchi di scambio tra due bracci contigui. In questi casi le immissioni devono essere organizzate con appositi dispositivi.

5.4 VANTAGGI DELLA ROTATORIA

La peculiarità fondamentale della rotatoria, a differenza degli altri tipi di intersezione a raso, è certamente quella di non attribuire priorità ad alcuna delle strade che si intersecano: essa è pertanto particolarmente idonea in quelle situazioni, come quella di progetto, in cui tali strade sono o dello stesso livello gerarchico oppure presentano livelli di traffico paragonabili fra loro.

I principali vantaggi che garantisce la sistemazione mediante rotatoria, e che sono stati adottati nella soluzione progettuale, vengono di seguito elencati:

- la moderazione di velocità di approccio, favorita dall'obbligo di dare la precedenza ai veicoli sulla corona giratoria e dalla percorrenza di traiettorie che inducono a significative riduzioni di velocità;
- il miglioramento della sicurezza grazie sia all'eliminazione dei punti di conflitto comportanti l'intersezione delle correnti veicolari, sia alla riduzione della velocità a cui si transita;
- la riduzione dei tempi di fermata rispetto a quelli riscontrabili sulle intersezioni regolate da lanterne semaforiche, in quanto la rotatoria viene utilizzata in modo continuo;
- la riduzione delle emissioni sonore, dovuta ad un insieme di fattori: velocità inferiori, guida meno aggressiva che non richiede né brusche frenate né improvvise accelerazioni e decelerazioni;
- la riduzione del consumo del carburante rispetto agli incroci a controllo semaforico: ciò si traduce in una riduzione delle emissioni inquinanti;
- la duttilità di inserimento nel tessuto urbano specialmente nel caso in cui si debbano raccordare alla rotatoria più rami di differente importanza;
- l'occupazione accettabile del territorio;
- la flessibilità degli itinerari data la possibilità di inversione di marcia, eliminando in tal modo la pericolosa svolta;
- la semplificazione della segnaletica verticale: di fronte alla massiccia presenza di segnali luminosi e segnaletica di direzione, la rotatoria consente l'installazione di una segnaletica più sobria e, in generale, maggiormente comprensibile.

5.5 ELEMENTI GEOMETRICI DELLA ROTATORIA

La rotatoria si può definire come una particolare tipologia di intersezione a raso caratterizzata dalla presenza di un'area centrale circolare ed inaccessibile, circondata da un anello, percorribile in una sola direzione ed in senso antiorario da traffico proveniente da più rami di ingresso.

Si riportano di seguito gli elementi geometrici componenti la rotatoria, le cui definizioni sono nel seguito specificate.

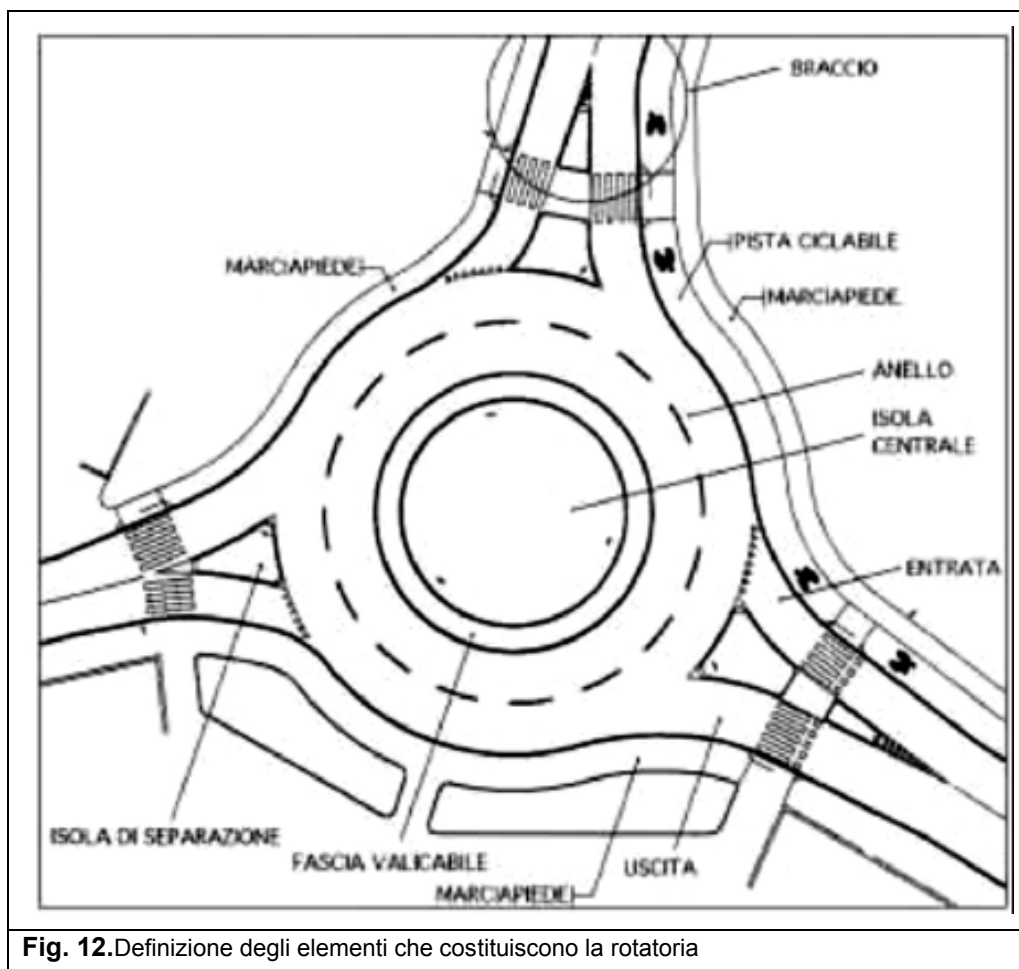


Fig. 12. Definizione degli elementi che costituiscono la rotatoria

- **Corona giratoria (o anello centrale):** carreggiata che circonda l'isola centrale, percorsa dai veicoli in senso antiorario;
- **Isola centrale:** parte più interna della rotatoria e di forma circolare, la cui dimensione, in combinazione con la conformazione dei bracci di entrata ed uscita, influenza la traiettoria di deviazione –deflessione veicolare– che compete ai veicoli che attraversano diametralmente la rotatoria;
- **Fascia sormontabile:** generalmente presente nelle rotatorie, è una corona che circonda l'isola centrale. Tale fascia facilita le manovre dei mezzi pesanti lungo l'anello;
- **Ramo:** parte dell'asse stradale che converge verso l'anello;
- **Entrata:** parte terminale della carreggiata di ogni singolo ramo che viene utilizzata per entrare nella rotatoria. L'entrata è separata dalla corona giratoria dalla segnaletica orizzontale di dare precedenza;
- **Uscita:** parte di carreggiata di ogni braccio impiegata per uscire dalla rotatoria;
- **Isola divisionale:** piattaforma costruita su un ramo della rotatoria tra la corsia in entrata e quella in uscita. In alcuni casi può servire da rifugio ai pedoni e costringe i veicoli ad una deflessione dalla loro traiettoria;
- **Attraversamenti pedonali:** posti prima della linea di ingresso e tagliano l'isola separazione garantendo una zona di rifugio per i pedoni e per i ciclisti;

- **Marciapiede:** parte della strada, esterna alla carreggiata, rialzata e/o delimitata e protetta, destinata alla mobilità pedonale;
- **Pista ciclabile:** aree disposte lateralmente sui bracci d'entrata, opportunamente delimitata, riservata alla circolazione dei velocipedi;
- **Fascia di Protezione:** parte della strada, non carrabile, destinata alla separazione del traffico veicolare da quello pedonale.

5.6 UBICAZIONE DELLA ROTATORIA

Esistono diversi fattori che incidono sulla corretta ubicazione e posizione di una rotatoria, i quali possono influire significativamente sulla progettazione e verifica della stessa, condizionandone anche gli aspetti legati alla funzionalità e gestione.

I principali condizionamenti indotti dai siti sono nel seguito riportati:

- Conformazione dello spazio esistente talmente vincolante da non consentire la realizzazione di una rotatoria o da indurre a soluzioni progettuali eccessivamente dispendiose;
- Topografia accidentata da non permettere l'adeguato andamento plano-altimetrico della rotatoria (pendenza longitudinale eccessiva, problemi di visibilità, ecc..);
- Vicinanza di poli attrattori/generatori di traffico pesante che potrebbero condizionare enormemente la fruibilità di una rotatoria a causa degli elevati volumi di mezzi commerciali;
- Sequenza coordinata di incroci regolati da semafori: l'inserimento della rotatoria in tale contesto comporta effetti contrari alla strategia della sequenza di flussi;
- Presenza di altre modalità di controllo del traffico che gestiscono l'assegnazione delle precedenza;
- Presenza di flussi di traffico sostenuti, quali quelli provenienti da rampe di collegamento o da intersezioni semaforizzate, sui rami della rotatoria. In tal caso la rotatoria può divenire una sorta di collo di bottiglia e può generare il blocco momentaneo dell'intersezione;
- Incrocio tra direttrici con caratteristiche di volumi di traffico molto differenti. In tale caso la rotatoria, rallentando il traffico che si immette sulla strada principale, possono penalizzarlo esageratamente sia in termini di ritardo acquisito sia per l'eccessiva riduzione delle velocità;
- Esistenza di significativi flussi di pedoni e ciclisti e contemporanea presenza di elevati volumi di traffico.

L'esistenza di uno o più di questi fattori condizionanti può dunque impedire la realizzazione della rotatoria.

6. STATO DI PROGETTO

L'intervento in progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- **Rotatoria alla francese in corrispondenza dell'incrocio tra la SS 309 e Via del Lavoro (rotatoria 1):** la rotatoria sarà costituita da 3 bracci ed avrà diametro esterno pari a 60 m, con isola centrale di diametro 43 m adibita a verde, corona giratoria di larghezza complessiva pari a 10 m e rami di ingresso e uscita aventi larghezza rispettivamente di 3.50 e 4.50 m; con la realizzazione della rotatoria verrà chiuso l'accesso alle attività commerciali esistenti nella porzione di Via del Lavoro parallela alla SS 309 (colorificio e negozio di biciclette);

- **Spostamento accesso officina autoriparazioni:** la realizzazione della nuova rotatoria comporta la necessità di spostare l'attuale accesso all'officina autoriparazioni presente sul lato opposto di Via del Lavoro, al fine di garantire l'immissione dei veicoli sulla SS 309 in sicurezza ed evitare la creazione di punti di conflitto lungo il rampo di uscita dalla rotatoria per i veicoli in direzione Ravenna. Il nuovo accesso all'officina autoriparazioni sarà realizzato in corrispondenza della strada bianca esistente posta a Sud della proprietà;
- **Rotatoria alla francese in corrispondenza dell'incrocio tra i due tratti di Via del Lavoro (rotatoria 2):** al fine di consentire l'accesso alle attività commerciali esistenti (colorificio e negozio di biciclette) si è resa necessaria la realizzazione di una seconda rotatoria avente diametro 25 m in corrispondenza dei due tratti di Via del Lavoro: tale rotatoria sarà costituita da 4 bracci in previsione del futuro ampliamento dell'area industriale posta ad Ovest;
- **Chiusura accessi diretti nel tratto a Nord della rotatoria:** si prevede la realizzazione di una complanare di larghezza pari a 3.50 m separata dalla SS 309 mediante barriera spartitraffico al fine di chiudere gli accessi diretti posti a Nord della rotatoria tra il distributore di benzina esistente e Via Avogadro e Pordenone; l'inizio della complanare sarà posizionato a circa 150 m a Nord di Via Avogadro e si estenderà fino all'uscita del distributore per una lunghezza complessiva di circa 500 m.

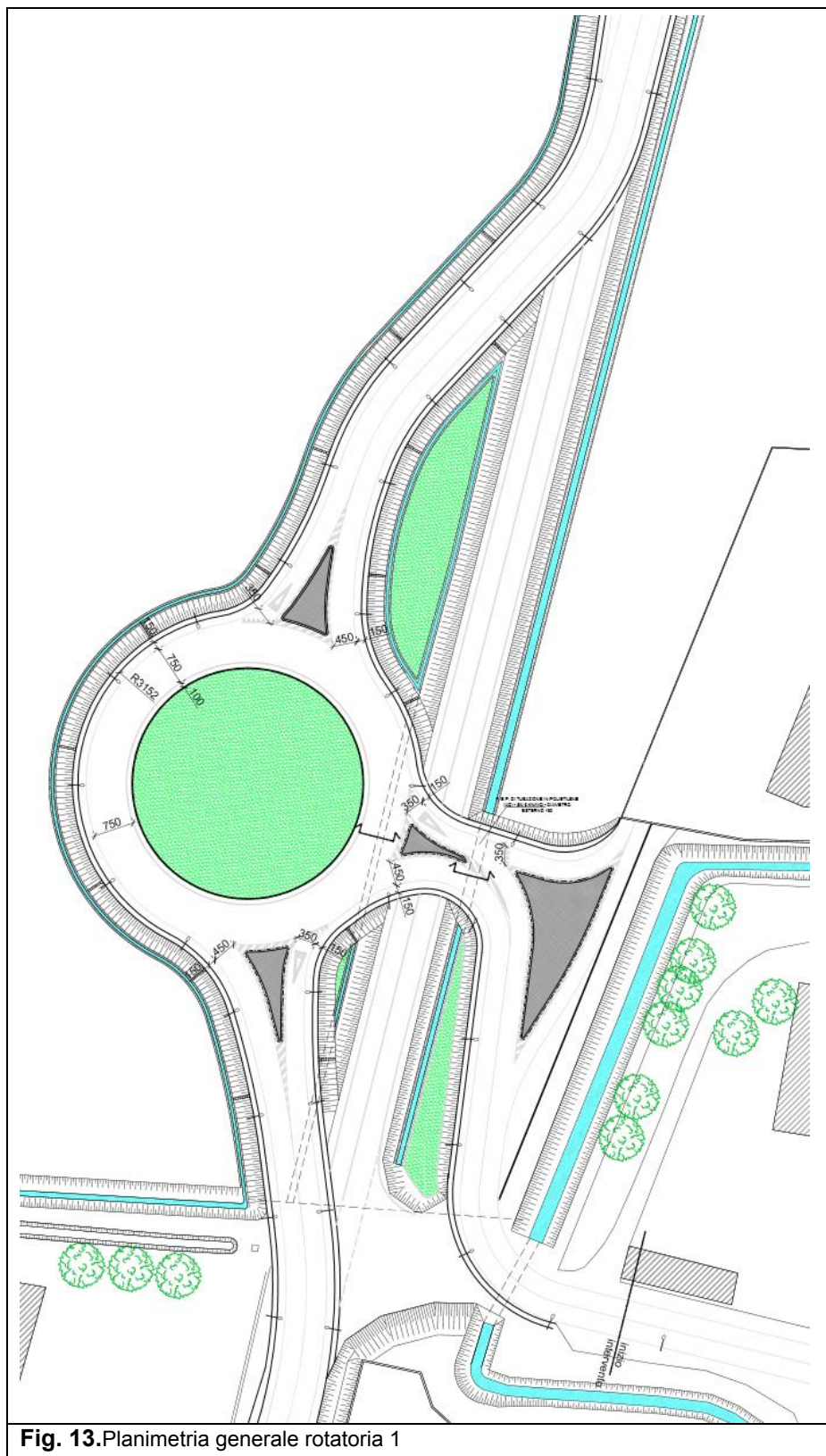
Nel seguito verranno descritte nel dettaglio le opere previste nel presente Progetto Definitivo

6.1 ROTATORIA 1 – SS 309 – VIA DEL LAVORO

La rotatoria da realizzare in sostituzione dell'attuale incrocio tra la SS 309 e Via del Lavoro (rotatoria 1) avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Diametro esterno 60 m;
- Diametro isola centrale 43 m;
- Larghezza corona giratoria 7.50 m;
- Larghezza banchina interna 1.00 m;
- Larghezza banchina esterna 1.50 m;
- Pendenza trasversale 2.0 %;
- Larghezza corsie di ingresso 3.50 m;
- Larghezza corsie di uscita 4.50 m;
- Raggio di curvatura corsie di ingresso 15 m;
- Raggio di curvatura corsie di uscita 25 m
- Pendenza trasversale corsie di ingresso e uscita 2.5 %.

Nella figura seguente si riporta la planimetria generale della rotatoria in oggetto, rimandando agli elaborati grafici allegati al Progetto Definitivo per una migliore comprensione.



Come si può osservare, la rotatoria in progetto non rientra nei diametri limite previsti dalla normativa vigente, pertanto occorrerebbe progettare secondo il metodo dei tronchi di scambio: tale soluzione appare tuttavia impraticabile a causa dei vincoli geometrici dati dagli edifici esistenti, che non consentono la realizzazione

dei tronchi di scambio in quanto risultano geometricamente impossibili da realizzare in particolare tra gli assi 1 e 3 e tra gli assi 3 e 2.

Occorre osservare che la realizzazione dei tronchi di scambio tra due bracci contigui comporta un incremento dei punti di conflitto rispetto ad una rotatoria progettata con il criterio della precedenza a sinistra: per ogni tronco di scambio (costituito da due corsie) competono infatti 4 punti di conflitto (due di diversione e due di immissione), pertanto per una rotatoria a 3 rami si avrebbero 12 punti di conflitto. Nella rotatoria con precedenza a sinistra i punti di conflitto risultano essere due per ciascun ramo, pertanto nel caso in oggetto si avrebbero solo 6 punti di conflitto.

La realizzazione dei tronchi di scambio tra due rami contigui comporta inoltre la necessità di una superficie di maggiori dimensioni rispetto a quella necessaria per una rotatoria progettata con il criterio della precedenza a sinistra, in quanto vi è la necessità di realizzare la corsia di scambio secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per quanto riguarda infine l'aspetto delle prestazioni operative, nella progettazione con i tronchi di scambio il livello di servizio è associato alla densità veicolare nella zona di scambio, la quale a sua volta è influenzata dalla velocità media veicolare. Per la rotatoria progettata col criterio di precedenza a sinistra il livello di servizio corrisponde al ritardo medio di fermata accumulato da un utente in coda sul ramo di ingresso, in attesa di un intervallo accettabile per potersi immettere nel flusso circolante sull'anello. Nel complesso le prestazioni operative del secondo schema (rotatoria con precedenza a sinistra) risultano globalmente migliori di quelle offerte dalla rotatoria progettata con i tronchi di scambio.

Sulla scorta di quanto riportato in precedenza si ritiene che la rotatoria così progettata sia in grado di garantire la sicurezza dei veicoli in transito.

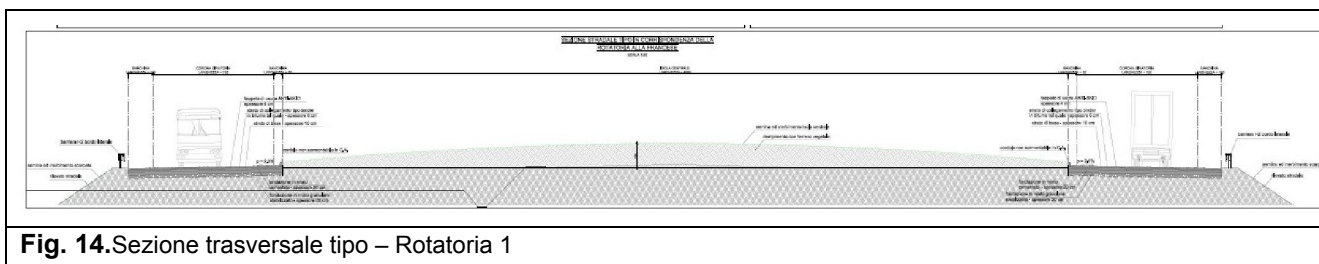
6.1.1 SEZIONI TRASVERSALI TIPO E PACCHETTO STRADALE

6.1.1.1 SEZIONE TRASVERSALE ROTATORIA

La sezione trasversale tipo adottata nella rotatoria alla francese è composta da:

- **Banchina esterna** di larghezza 1.50 m
- **Corona giratoria**: di larghezza 7.50 m con pendenza trasversale pari al 2%
- **Banchina interna** di larghezza 1.00 m
- **isola centrale**: di diametro 43.00 m adibita ad area verde e realizzata a dorso sferico.

Nella figura seguente si riporta la sezione trasversale tipo in corrispondenza della rotatoria.



Il nuovo rilevato stradale necessario per la realizzazione della rotatoria verrà immersato a quello esistente mediante idonea gradonatura e posa di geogriglia di rinforzo come evidenziato nella figura seguente:

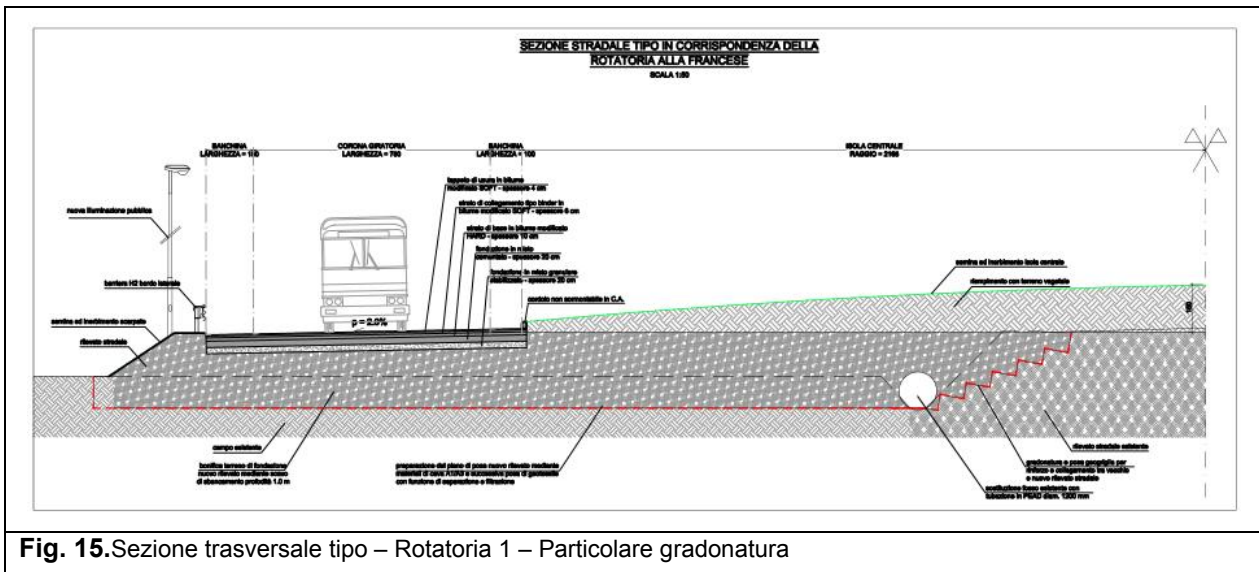


Fig. 15. Sezione trasversale tipo – Rotatoria 1 – Particolare gradonatura

La piattaforma stradale della rotatoria è realizzata in rilevato con pendenza delle scarpe di 2/3 ed è completata da arginelli in terra di larghezza 1.0 m rialzati dal piano finito di 5 cm, atti a consentire l'inserimento delle barriere di sicurezza (ove previsto) e degli elementi componenti il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma.

6.1.1.2 SEZIONE TRASVERSALE TIPO ISOLE SPARTITRAFFICO

La sezione trasversale tipo adottata per le corsie di ingresso/uscita dalla rotatoria è composta da:

- **corsia di ingresso nella rotatoria:** di larghezza totale di 5.00 m con pendenza trasversale di 2.5% e costituita da:
 - banchina di larghezza 1.50 m;
 - una corsia di marcia di larghezza totale 3.50 m.
- **corsia di uscita dalla rotatoria:** di larghezza totale di 6.00 m con pendenza trasversale di 2.5% e costituita da:
 - banchina di larghezza 1.50 m;
 - una corsia di marcia di larghezza 4.50 m.

Nella figura seguente si riporta la sezione trasversale tipo in corrispondenza delle isole spartitraffico.

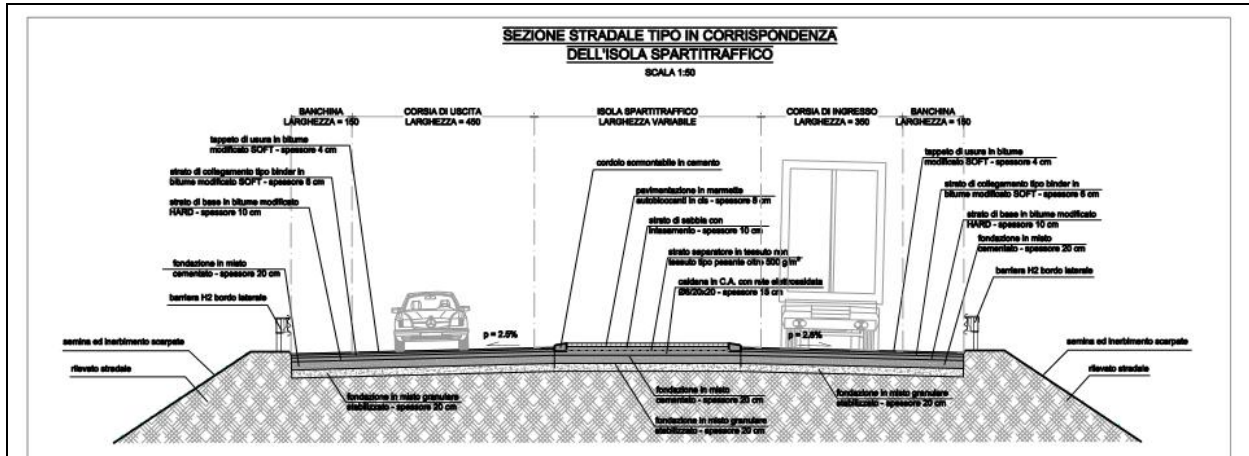


Fig. 16. Sezione trasversale tipo isole spartitraffico – Assi 1, 2 e 3 – Rotatoria 1

6.1.1.3 SEZIONE TRASVERSALE TIPO RAMI DI ACCESSO

La sezione trasversale tipo adottata per i rami di accesso alla rotatoria è composta da:

- **Banchina laterale** di larghezza 1.50 m con pendenza trasversale di 2.5%;
- **Corsia di marcia:** di larghezza 3.75 m con pendenza trasversale di 2.5%;
- **Corsia di marcia** di larghezza 3.75 m con pendenza trasversale di 2.5%;
- **Banchina laterale** di larghezza 1.50 m con pendenza trasversale di 2.5%.

Nella figura seguente si riporta la sezione trasversale tipo dei rami di accesso alla rotatoria.

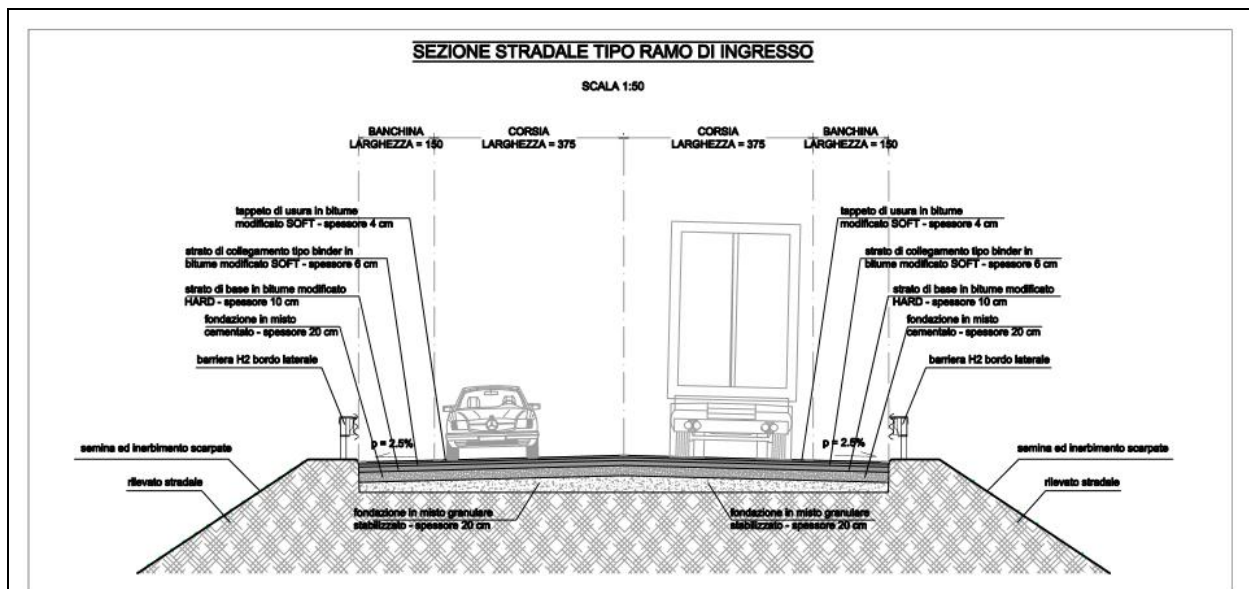


Fig. 17. Sezione trasversale tipo rami di accesso – Assi 1, 2 e 3 – Rotatoria 1

6.1.1.4 PACCHETTO STRADALE

Il pacchetto stradale di nuova realizzazione utilizzato per la rotatoria e per le corsie di ingresso/uscita risulta così costituito:

- Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato, di spessore 20 cm
- Strato di fondazione in misto granulare cementato, di spessore 20 cm;
- Strato di base (tout-venant) in conglomerato bituminoso modificato Hard, di spessore 10 cm;
- Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso modificato Soft, di spessore 6 cm;
- Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato Soft, di spessore 4 cm:

6.2 SPOSTAMENTO ACCESSO OFFICINA AUTORIPARAZIONI

Come descritto in precedenza, la realizzazione della nuova rotatoria in corrispondenza dell'incrocio tra la SS 309 e Via del Lavoro, comporta la chiusura dell'accesso diretto esistente dell'officina autoriparazioni ed il suo spostamento più a Sud in direzione Ravenna in corrispondenza della strada bianca esistente, al fine di consentire l'uscita in sicurezza dei veicoli dalla rotatoria. Si prevede quindi la realizzazione di una corsia apposita di larghezza 3.75 m per i veicoli che devono entrare all'interno dell'officina e la realizzazione di un nuovo ingresso con varco di larghezza circa 15 m. L'immissione sulla SS 309 per i veicoli in uscita dall'officina avverrà con direzione obbligatoria Ravenna mediante realizzazione di idonea isola divisionale. In questo modo verrà garantito l'accesso all'officina e verrà inoltre garantita la sicurezza dei veicoli in transito lungo la SS 309 in quanto non verrà consentita l'immissione in direzione Venezia.

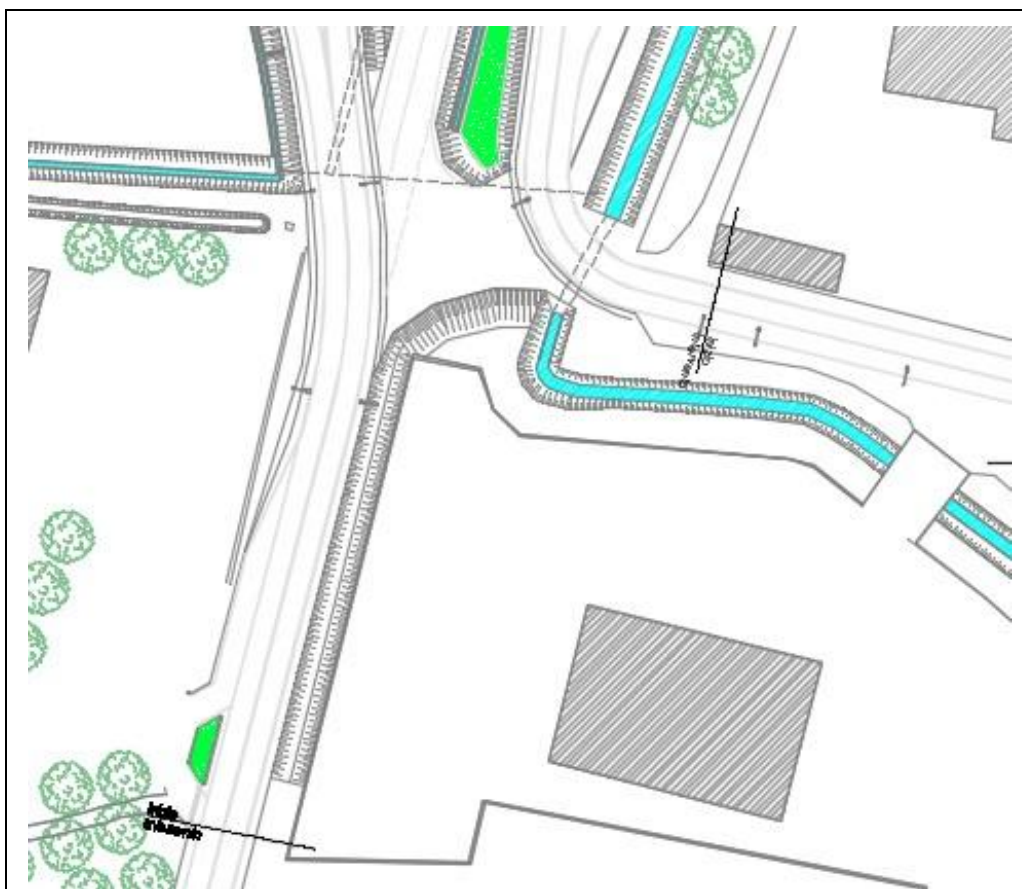


Fig. 18. Spostamento accesso officina autoriparazioni

6.3 ROTATORIA 2 – INCROCIO VIA DEL LAVORO

Come descritto in precedenza, la realizzazione della nuova rotatoria in corrispondenza dell'incrocio tra la SS 309 e Via del Lavoro comporta la chiusura dell'accesso alle attività commerciali esistenti nel tratto di via del Lavoro parallelo alla Romea, consentendo soltanto l'immissione attraverso il ramo 3. Si è quindi resa necessaria la realizzazione di una seconda rotatoria al fine di consentire ai veicoli provenienti dalla Rotatoria 1 di accedere alle suddette attività commerciali. La rotatoria 2 sarà quindi realizzata in corrispondenza dell'incrocio tra i due rami ortogonali di Via del Lavoro ed avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Diametro esterno 25 m;
- Diametro isola centrale 2.80 m;
- Larghezza corona giratoria 8.00 m;
- Larghezza banchina interna 0.50 m;
- Pendenza trasversale 2.0 %;
- Fascia sormontabile di larghezza 2.60 m con pendenza trasversale 3 %;
- Larghezza corsie di ingresso 3.50 m;
- Larghezza corsie di uscita 4.00 m;
- Raggio di curvatura corsie di ingresso 12.50 m;
- Raggio di curvatura corsie di uscita 20 m
- Pendenza trasversale corsie di ingresso e uscita 2.5 %.

Nella figura seguente si riporta la planimetria generale della rotatoria in oggetto, rimandando agli elaborati grafici allegati al Progetto Definitivo per una migliore comprensione.

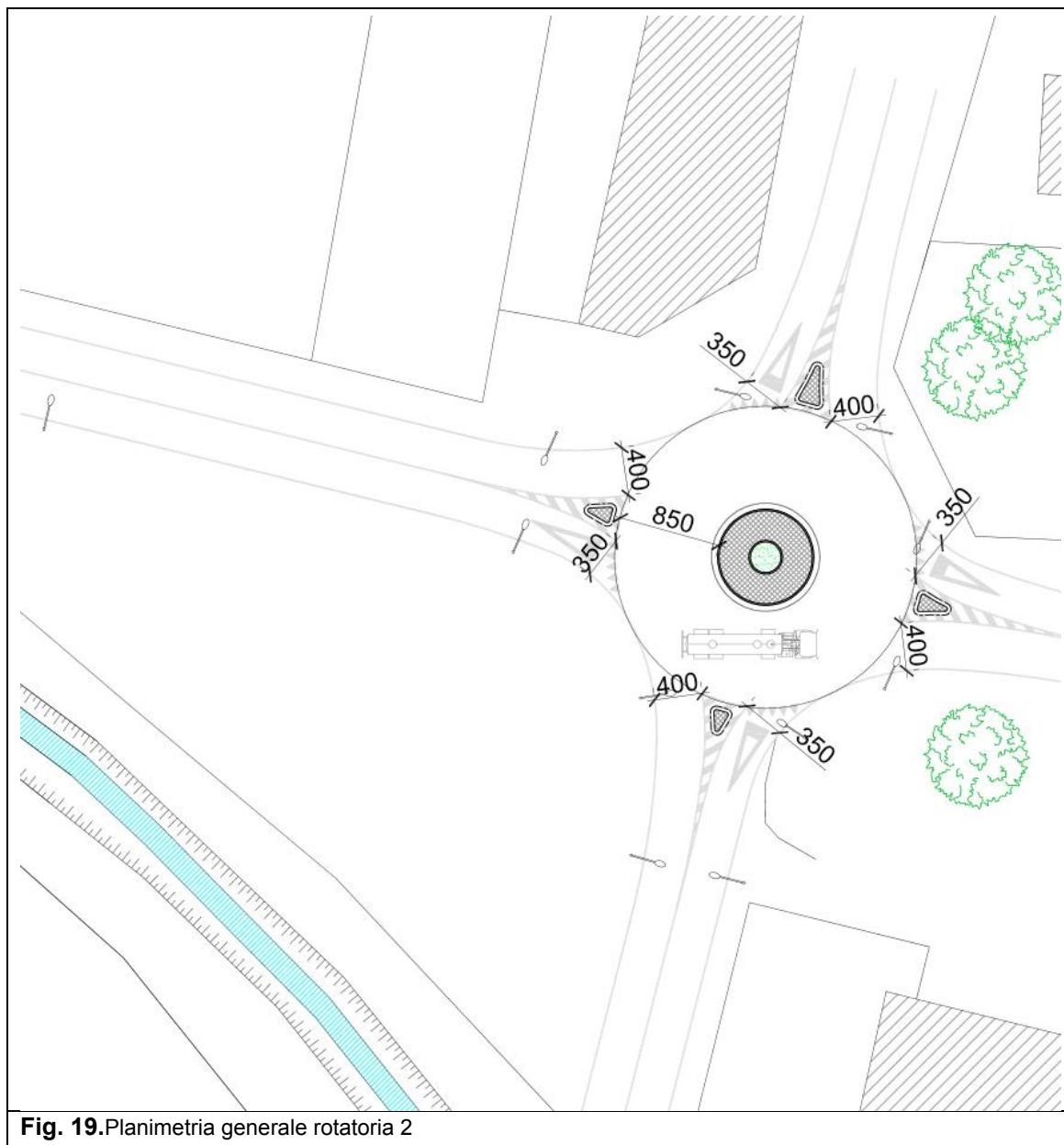


Fig. 19. Planimetria generale rotatoria 2

6.3.1 SEZIONI TRASVERSALI TIPO E PACCHETTO STRADALE

6.3.1.1 SEZIONE TRASVERSALE ROTATORIA

La sezione trasversale tipo adottata nella rotatoria alla francese è composta da:

- **Corona giratoria:** di larghezza 8.00 m con pendenza trasversale pari al 2%
- **Banchina interna** di larghezza 0.50 m
- **Fascia sormontabile** di larghezza 2.60 m con pendenza trasversale pari al 3%
- **isola centrale:** di diametro 2.80 m adibita ad area verde.

6.3.1.2 SEZIONE TRASVERSALE TIPO ISOLE SPARTITRAFFICO

La sezione trasversale tipo adottata per le corsie di ingresso/uscita dalla rotonda è composta da:

- **corsia di ingresso nella rotonda:** di larghezza 3.50 m con pendenza trasversale di 2.5%
- **corsia di uscita dalla rotonda:** di larghezza 4.00 m con pendenza trasversale di 2.5%

6.3.1.3 PACCHETTO STRADALE

Il pacchetto stradale di nuova realizzazione utilizzato per la rotonda 2 e per le corsie di ingresso/uscita risulta così costituito:

- Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso modificato Soft, di spessore 6 cm;
- Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato Soft, di spessore 4 cm:

6.4 CHIUSURA ACCESSI DIRETTI

Per la chiusura degli accessi diretti sulla SS 309 presenti tra il distributore di benzina e via Avogadro, si prevede la realizzazione di una complanare separata dalle corsie di marcia lungo la Romea mediante barriera spartitraffico classe H2. La nuova complanare sarà realizzata su rilevato stradale con pendenza 2/3 previa bonifica del terreno di fondazione per uno spessore di circa 1 m: la larghezza totale della complanare sarà di 4.50 costituita da una corsia di marcia di 3.50 m e banchina laterale di 1.00 m.

Nella figura seguente di riporta la planimetria della complanare in progetto.



Fig. 20. Planimetria generale complanare

6.4.1 SEZIONE TRASVERSALE TIPO E PACCHETTO STRADALE

6.4.1.1 SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELLA COMPLANARE

La sezione trasversale tipo adottata per le corsie di marcia della complanare è composta da:

- **corsia della complanare:** di larghezza totale di 4.50 m con pendenza trasversale di 2.5% e costituita da:
 - banchina di larghezza 1.00 m;
 - una corsia di marcia di larghezza 3.50 m.

Nella figura seguente si riporta la sezione trasversale tipo in corrispondenza della complanare.

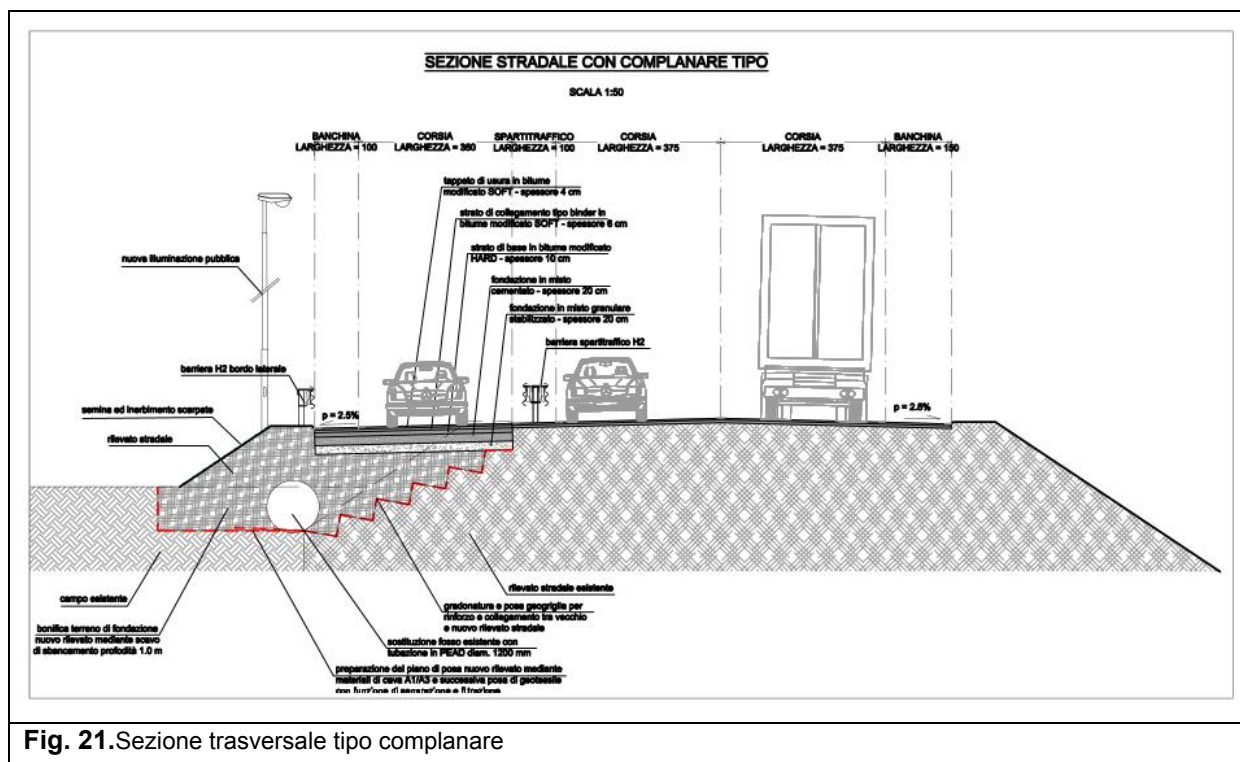


Fig. 21. Sezione trasversale tipo complanare

6.4.1.2 PACCHETTO STRADALE

Il pacchetto stradale di nuova realizzazione utilizzato per complanare risulta così costituito:

- Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato, di spessore 20 cm
- Strato di fondazione in misto granulare cementato, di spessore 20 cm;
- Strato di base (tout-venant) in conglomerato bituminoso modificato Hard, di spessore 10 cm;
- Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso modificato Soft, di spessore 6 cm;
- Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato Soft, di spessore 4 cm:

6.5 ELEMENTI DI COMPLETAMENTO: SEGNALETICA, ILLUMINAZIONE E BARRIERE DI SICUREZZA

La segnaletica assume un ruolo molto importante nella sicurezza stradale dovendo consentire una buona leggibilità del tracciato sia di giorno che di notte. Pertanto la segnaletica prevista nella rotatoria è stata progettata in modo tale da renderla chiara ed efficiente ai fini della sicurezza stradale secondo le direttive del Codice della Strada.

6.5.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione.

La segnaletica orizzontale, nel caso in questione, viene prevista all'interno della rotatoria con strisce discontinue di separazione delle due corsie di marcia, al fine di non indurre gli utenti in confusione, con

strisce di larghezza 12 cm (come previsto dal Codice della Strada per strade extraurbane secondarie). Per ogni ramo d'ingresso verrà tracciata la striscia trasversale di dare precedenza, al contrario dei rami in uscita nei quali non viene prevista alcuna segnaletica; la linea di arresto, in presenza del segnale "dare precedenza", è costituita da una serie di triangoli bianchi tracciati con la punta rivolta verso il conducente obbligato a dare la precedenza. Tali triangoli hanno una base di 60 cm e altezza 70 cm, distanziati tra loro per una distanza pari a metà della base (Art. 40 Codice della Strada). Questa segnaletica viene integrata con il simbolo del triangolo tracciato sulla pavimentazione che deve essere ripetuto su ogni corsia di entrata.

Le isole divisionali verranno delimitate con strisce bianche continue e da zebraure inclinate di 45° rispetto al verso di marcia.

Inoltre, nei rami in ingresso verranno realizzate strisce longitudinali che delimiteranno le corsie in entrata per incanalare i veicoli in due direzioni.

6.5.2 SEGNALETICA VERTICALE

La segnaletica verticale ha la funzione di informare l'utente che percorre la strada in modo chiaro sulle mete raggiungibili e sulle manovre consentite.

Si prevede l'installazione prima della rotatoria di un segnale di preavviso di intersezione a rotatoria, comprensivo delle informazioni necessarie e utili per la guida e per la individuazione delle località e degli itinerari.

Nell'isola centrale, di fronte all'entrata, in vista per i conducenti che si trovano sulla linea del dare precedenza, verrà installato il segnale di passaggio obbligatorio a destra. Nelle isole divisionali, sul vertice di fronte all'uscita, si dovrà porre un segnale con l'apice della freccia rivolto sempre a destra, in modo che il conducente possa comprendere inequivocabilmente che da quella uscita si raggiunge la località desiderata; sulla testata delle suddette isole, in corrispondenza dell'entrata, verrà disposto un dispositivo a luce riflessa, accoppiato al segnale verticale di passaggio obbligatorio a destra.

Lungo i rami della rotatoria verranno installati i segnali di dare precedenza ed il segnale di rotatoria.

Tutti i segnali verticali, inoltre devono essere avvistabili e leggibili, sia di giorno che di notte e in qualunque situazione meteorologica attraverso un contrasto di luminosità tra il segnale e l'ambiente circostante

6.5.3 ILLUMINAZIONE

L'illuminazione stradale permette di apportare dei benefici in termini di sicurezza e di visibilità. Nel caso in questione l'illuminazione prevista consiste nell'installazione di pali di illuminazione lungo la nuova complanare e in prossimità della nuova rotatoria e lungo il nuovo ramo stradale. Per una più completa trattazione dell'impianto di illuminazione previsto si rimanda ai relativi elaborati del progetto.

6.5.4 BARRIERE DI SICUREZZA

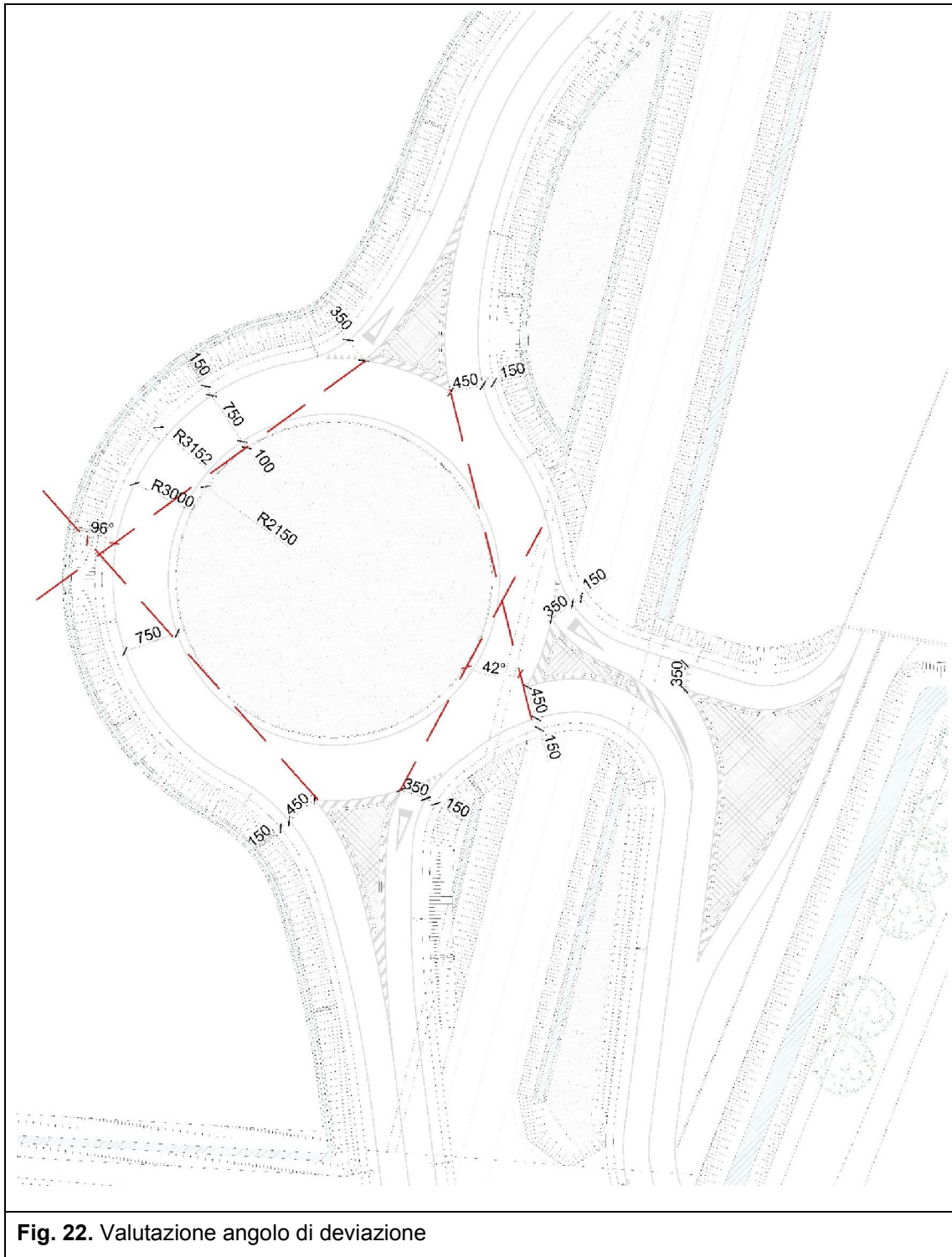
Secondo quanto previsto dal DM 21/06/04, si prevede l'installazione di barriere di sicurezza H2 bordo laterale in corrispondenza delle porzioni di rilevato in cui l'altezza dall'estradosso dell'arginello al piano campagna sottostante risulta superiore ad 1 m, al fine di proteggere i veicoli circolanti da eventuali uscite di strada. La scelta di utilizzare questa tipologia di barriere è stata dettata dal fatto che il traffico giornaliero medio TGM risulta superiore a 1000 con una percentuale di veicoli con massa maggiore di 3.5 t superiore a 15%, pertanto con tipologia di traffico **tipo III**. In base alla tabella A riportata nel suddetto DM, per le strade extraurbane secondarie (tipo C) con traffico di tipo III, corrisponde una barriera di sicurezza bordo laterale di tipo H2.

6.6 VERIFICHE DI CONGRUENZA

6.6.1 GEOMETRIA DELLA ROTATORIA

Il criterio principale per definire la geometria delle rotatorie riguarda il controllo della deviazione delle traiettorie in attraversamento del nodo. Per impedire l'attraversamento dell'intersezione a rotatoria ad una velocità non adeguata, superiore alla velocità di progetto, è necessario che i veicoli siano deviati per mezzo dell'isola centrale.

La valutazione dell'angolo di deviazione avviene come riportato nella figura seguente:



Come si può osservare si è ottenuto un angolo di deviazione prossimo ai 45 gradi in tutte le direzioni così come raccomandato dalla normativa vigente, anche per il futuro ramo di ingresso/uscita per va verso Via del Lavoro prevista dal Piano Regolatore.

6.6.2 VELOCITÀ DI PROGETTO

La rotatoria in progetto deve essere in grado di ridurre le velocità relative tra i flussi veicolari in conflitto in modo da ridurre al minimo il rischio che si verifichino incidenti.

La velocità massima di progetto in ingresso è funzione della tipologia di rotatoria e del numero di corsie che la compongono: nel caso in oggetto, cioè rotatoria extraurbana a singola corsia, il valore è pari a 50 km/h.

La determinazione della velocità caratteristica all'interno della rotatoria avviene tramite l'individuazione della cosiddetta "traiettoria percorribile più velocemente" consentita dagli elementi geometrici. Il corretto tracciamento della traiettoria percorsa da un veicolo (largo 2 metri) in attraversamento, occorre riferirsi alle seguenti distanze dagli elementi geometrici:

- 1.0 m dal margine sinistro della corsia di entrata (o dalla linea di mezzzeria per doppia corsia di entrata);
- 2.0 m dal ciglio destro che definisce la traiettoria di svolta in ingresso;
- 1.5 m dal bordo dell'isola centrale;
- 2.0 m dal ciglio destro che definisce la traiettoria di svolta in uscita;
- 1.0 m dal margine sinistro della corsia di uscita.

Nel caso di manovra di svolta a destra, invece, si possono utilizzare le seguenti distanze di riferimento:

- 1.0 m dal margine sinistro della corsia di entrata (o dalla linea di mezzzeria per doppia corsia di entrata);
- 2.0 m dal ciglio destro che definisce la traiettoria di svolta in ingresso;
- 2.0 m dal ciglio destro che definisce la traiettoria di svolta in uscita;
- 1.0 m dal margine sinistro della corsia di uscita.

Il raggio R più piccolo che compone ogni traiettoria è definito raggio di deflessione ed è quello cui è associata la velocità di progetto così calcolata:

$$V = \sqrt{127 * R * (i_t + f_t)}$$

dove V è espressa in km/h, i_t è la pendenza trasversale (m/m) e f_t è il coefficiente di aderenza trasversale funzione della velocità.

All'interno della rotatoria, inoltre, è necessario garantire che vi siano uniformità tra le velocità relative ad elementi geometrici consecutivi ed omogeneità di velocità tra flussi di traffico opposti. Si definiscono R1, il raggio minimo della traiettoria di immissione nella corona giratoria, R2 il raggio minimo della traiettoria percorso attorno all'isola centrale, R3 il raggio minimo in fase di uscita, R4 il raggio minimo per la manovra di svolta a sinistra e R5 il raggio minimo per la manovra di svolta a destra.

Ai fini della verifica deve risultare $R1 < R2 < R3$, il valore della velocità associato ad $R4$, $V4$, non deve differire più di 20km/h rispetto a $V1$, relativo ad $R1$ così come $V5$ non può essere maggiore di $V4$ per più di 20km/h.

Nella figura seguente si riportano le traiettorie previste in sede di progetto ed i relativi raggi,

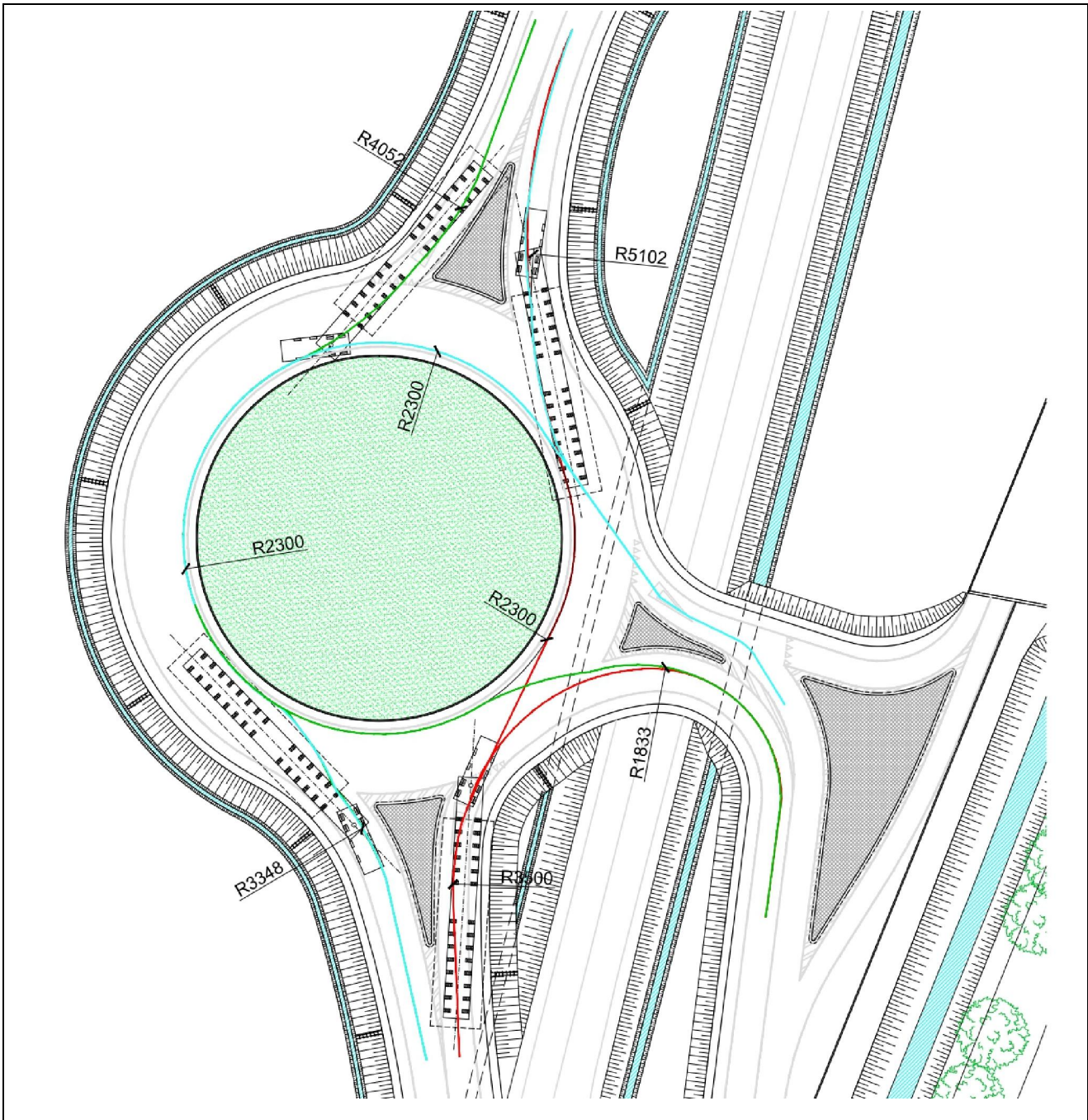


Fig. 23. Definizione dei raggi critici

Nella tabella seguente vengono riportati i valori dei raggi e le corrispondenti velocità calcolate con la formula riportata in precedenza.

Asse	Provenienza	Direzione	Tipo svolta	Raggio [m]					Velocità [km/h]					
				R1	R2	R3	R4	R5	V1	V2	V3	V4	V5	
Asse 1-2	Ravenna	Venezia Rosolina	-	35	23	51				31	25	37		
Asse 1-3	Ravenna	Zona Industriale	Destra					18. 33						22
Asse 2-3	Venezia Rosolina	Ravenna	-	35	23	51				31	25	37		
Asse 2-1	Venezia Rosolina	Zona Industriale	Sinistra				23						25	
Asse 3-1	Zona Industriale	Ravenna	Sinistra				23						25	
Asse 3-2	Zona Industriale	Venezia Rosolina	Destra					51						37

6.6.3 VISIBILITÀ SULL'ANELLO

Gli utenti che si avvicinano ad una rotatoria devono percepire i veicoli con precedenza all'interno della corona in tempo per modificare la propria velocità per cedere il passaggio o eventualmente fermarsi. In particolare, onde garantire un'adeguata visibilità, si devono adottare le seguenti prescrizioni:

- Il punto di osservazione si pone ad una distanza di 15 m dalla linea di arresto coincidente con il bordo della circonferenza esterna;
- La posizione planimetrica si pone sulla mezziera della corsia di entrata in rotatoria (o delle corsie di entrata della rotatoria) e l'altezza di osservazione si colloca ad 1 m sul piano viabile;
- La zona di cui è necessaria la visibilità completa corrisponde al quarto di corona giratoria posta alla sinistra del canale di accesso considerato.

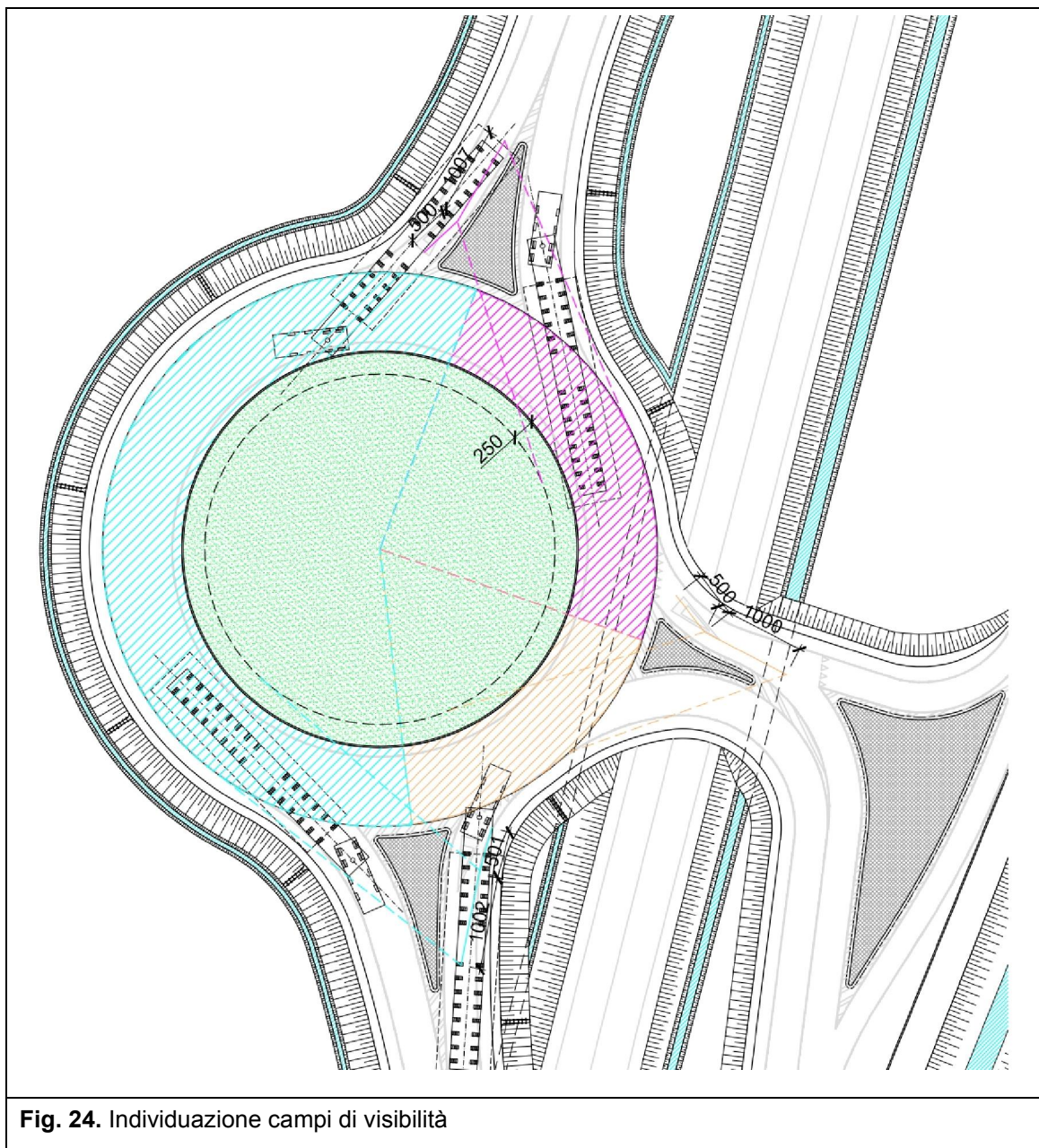


Fig. 24. Individuazione campi di visibilità

6.6.4 VISIBILITA' PER L'ARRESTO

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione, in particolare nelle zone di intersezione, dove si concentra il maggior numero di punti di conflitto veicolare.

Per distanza di visuale libera si intende "la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada". Nel caso di una rotatoria si deve, innanzitutto, garantire un adeguato spazio, libero da qualunque impedimento visivo, tra il veicolo in approccio all'intersezione e la linea del "dare precedenza" per consentire l'arresto del veicolo.

Tale spazio, definito come distanza di visibilità per l'arresto, è formato dal contributo di due termini: uno legato al tempo di reazione psico-tecnico del guidatore e l'altro allo spazio di frenatura del veicolo; entrambi i termini dipendono dalla velocità di avvicinamento del veicolo.

La formula per il calcolo di questa distanza è la seguente: $D_A = D_1 + D_2$

D_1 : tale distanza è lo spazio percorso nel tempo t alla velocità iniziale V_0 , che è necessario al conducente per percepire l'ostacolo e azionare i freni:

$$D_1 = \frac{V_0 \cdot t}{3,6}$$

- con V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura, pari alla velocità di progetto desunta puntualmente dal diagramma delle velocità;
- t = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s] = (2,8 – 0,01 V_0)

D_2 : tale distanza è lo spazio di frenatura cioè la distanza percorsa dal veicolo dal momento in cui vengono azionati i freni al momento in cui si ferma e quindi per la sua valutazione bisogna prendere in considerazione tutte le forze che agiscono sulle ruote del veicolo durante la fase di frenatura:

$$D_2 = \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)}$$

- V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]

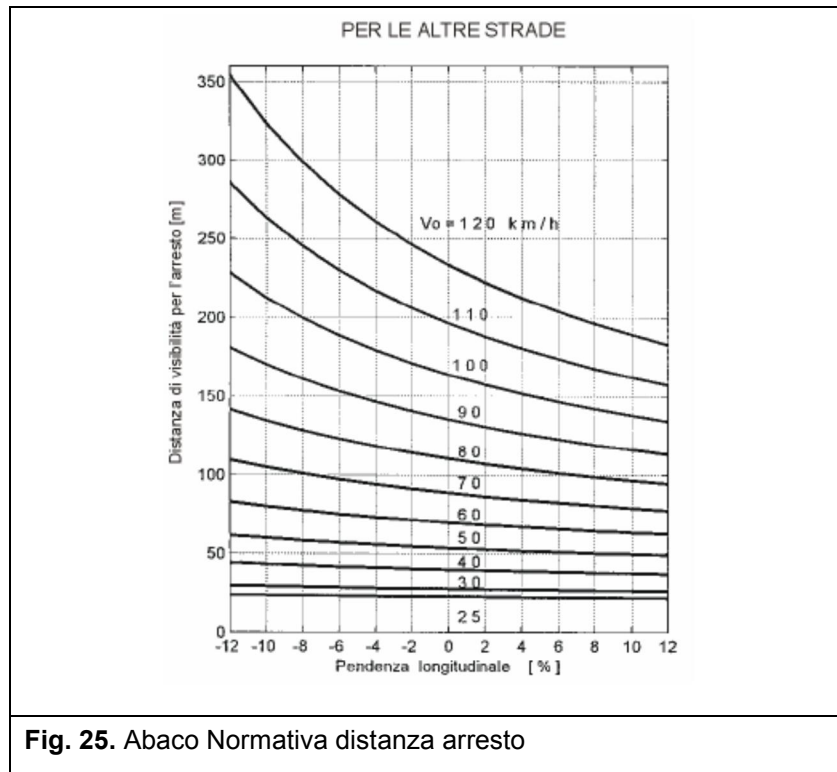
$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2$$

- m = massa del veicolo [Kg]
- f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/Kg]

Complessivamente, la distanza di visibilità per l'arresto è la somma di due contributi

$$D_A = \frac{V_0}{3,6} \cdot t + \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)}$$

essa è valida sia in rettilineo che in curva e se la pendenza longitudinale non è costante si assume per essa il valore medio. Per calcolare la distanza di visibilità per l'arresto bisognerebbe risolvere l'equazione suddetta ma poiché la risoluzione analitica risulta laboriosa è stato introdotto un approccio di tipo grafico. La normativa prevede due abacchi uno per le autostrade e l'altro per le altre strade



Considerando una velocità di progetto pari a 80 km/h e una pendenza longitudinale pari a $\pm 2\%$ si ottiene una distanza di visibilità per l'arresto pari a circa 110 m.

Dall'analisi del profilo plano-altimetrico si evince che la verifica di visibilità risulta soddisfatta in quanto non sono presenti ostacoli fissi che possano impedire la visuale ai veicoli in transito.

6.6.5 CAPACITA'

La capacità di ciascun ramo che costituisce la rotatoria in progetto dipende dalla portata veicolare che percorre l'anello e dall'insieme dei flussi in ingresso ed in uscita. Il metodo utilizzato per la verifica di capacità è il metodo SETRA: la capacità di ciascun ramo è funzione del flusso in uscita Q_u , del flusso Q_c che percorre l'anello frontalmente al ramo, del flusso in ingresso Q_i oltre che della larghezza dell'anello L_c , della corsia di ingresso L_i e dell'isola spartitraffico L_d .

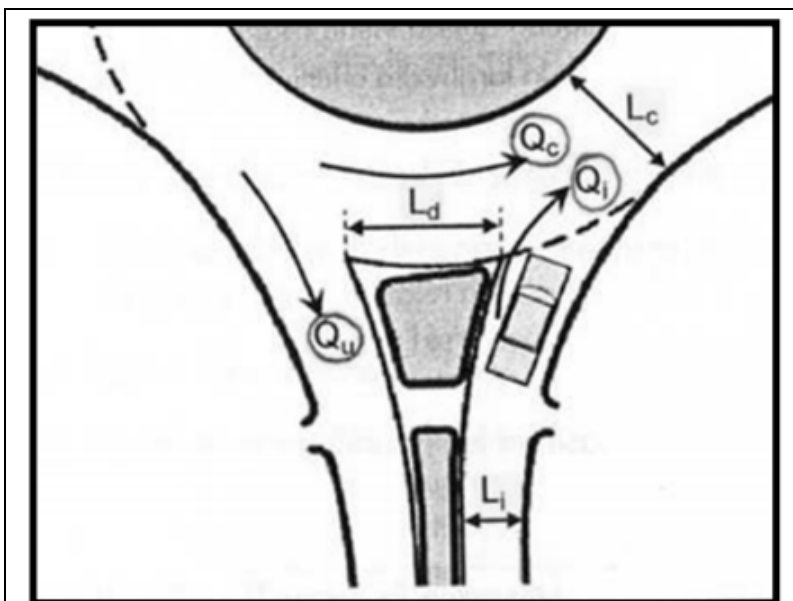


Fig. 26. Metodo del SETRA

I valori delle caratteristiche geometriche necessari per la determinazione della capacità dei 3 assi in progetto sono riportati nella tabella seguente:

	L_d [m]	L_c [m]	L_i [m]
Asse 1	11.71	7.50	3.50
Asse 2	12.52	7.50	3.50
Asse 3	9.50	7.50	3.50

La tabella dei flussi entranti ed uscenti e di quelli che circolano sull'anello si ricava direttamente dai valori riportati nel paragrafo 3

	Q_i [veic/h]	Q_u [veic/h]	Q_c [veic/h]
Asse 1	985	944	154
Asse 2	929	991	148
Asse 3	308	287	790

Nella tabella seguente si riportano i valori della capacità di ciascun braccio e della riserva di capacità (differenza tra capacità e flusso entrante) espressa sia in veic/h che in termini percentuali:

	Q _i [veic/h]	C [veic/h]	R _c [veic/h]	R _c [%]
Asse 1	985	1117	132	13
Asse 2	929	1142	213	23
Asse 3	308	702	394	128

Come si può osservare la capacità degli assi risulta soddisfare ampiamente la richiesta di flusso in entrata.

La capacità semplice C_s della rotatoria nel suo insieme è il primo valore di capacità che può ottenersi su un ramo per un aumento uniforme dei flussi della matrice. In pratica si può risalire all'incremento di traffico che produce il primo fenomeno di congestione all'intersezione quando la domanda per ogni entrata cresce dello stesso tasso. Il valore dello scalare δ_i che da luogo ad un flusso entrante nel braccio i-esimo uguale alla sua capacità ha i seguenti valori:

	δ
Asse 1	1.11
Asse 2	1.19
Asse 3	1.42

Pertanto il più piccolo valore di δ_i corrisponde alla saturazione dell'asse 1 con un incremento del 11%. Incrementando i flussi in ingresso di questo valore si ottengono le seguenti capacità e riserva di capacità in corrispondenza della saturazione dell'asse in questione.

	Q _i [veic/h]	C [veic/h]	R _c [%]
Asse 1	1093	1093	0
Asse 2	1031	1122	9
Asse 3	342	633	85

La capacità totale C_t della rotonda nel suo insieme è data dalla somma delle capacità dei singoli bracci nell'ipotesi che vengano raggiunte contemporaneamente; il calcolo avviene per iterazioni successive fino a quando il valore assoluto della differenza tra flusso entrante Q_i e capacità C_i è inferiore ad un valore prefissato e posto arbitrariamente pari a 5. Si avrà quindi:

	Q _i [veic/h]	C _i [veic/h]	Q _i - C _i [veic/h]
Asse 1	988	988	0
Asse 2	1131	131	0
Asse 3	572	572	0

La capacità totale della rotonda è pari a:

$$C_t = \Sigma C_i = 2691 \text{ veic/h.}$$

7. ESPROPRI ED OCCUPAZIONI

La realizzazione della rotonda necessita, durante le fasi di cantiere, dell'occupazione temporanea di terreni di proprietà privata, ubicati a margine del tracciato.

L'intervento prevede l'occupazione e pertanto l'esproprio di porzioni di superficie fondiaria limitrofe. Per maggiori dettagli si veda il "**Piano particellare di esproprio**" allegato al presente progetto.

8. INTERFERENZE

Nel tratto oggetto di intervento sono stati rilevati i servizi di Enti pubblici o società concessionarie (reti elettriche, rete gas metano, fognatura, rete telefonica, ecc.), come riportato nella relativa tavola di rilievo (rif. Elaborato "**Planimetria delle interferenze**") e descritto nella relativa "**Relazione sulle interferenze**".

Le interferenze riscontrate relative alle condutture sotterranee sono inerenti a:

- Linea elettrica di illuminazione pubblica

- Rete fognaria acque nere
- Rete fognatura acque bianche
- Rete telefonica Telecom (cavi di rame/fibra ottica/Fastweb)
- Rete gas metano

9. CATEGORIA DELLE LAVORAZIONI

I lavori sopra descritti sono riconducibili alle seguenti categorie:

- **OG3** "Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali e relative opere complementari", di cui al D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207.
- **OS12-A** "Barriere stradali di sicurezza", di cui al D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207

10. PREZZI

Per la redazione del computo metrico estimativo del presente Progetto Definitivo è stato utilizzato il Prezzario ANAS 2021 ed il Prezzario Regione Veneto 2021

11. TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI

La durata dei lavori è presumibilmente pari a **240 giorni naturali e consecutivi**.

12. CONCLUSIONI

La realizzazione della rotatoria in sostituzione dell'attuale intersezione comporta i seguenti vantaggi:

- Moderazione della velocità di approccio, favorita dall'obbligo di dare la precedenza ai veicoli sulla corona giratoria e dalla percorrenza di traiettorie che inducono a significative riduzioni di velocità;
- Miglioramento della sicurezza grazie all'eliminazione dei punti di conflitto derivanti dall'intersezione delle correnti veicolari e dalla riduzione della velocità a cui si transita;
- Riduzione dei tempi di fermata rispetto all'intersezione esistente;
- Riduzione delle emissioni sonore, dovuta ad un insieme di fattori: velocità inferiori, guida meno aggressiva che non richiede né brusche frenate né improvvise accelerazioni o decelerazioni;
- Diminuzione del consumo di carburante e conseguente riduzioni di emissioni inquinanti rispetto all'intersezione esistente;
- Flessibilità degli itinerari data la possibilità di inversione di marcia (manovra proibita con l'attuale intersezione).

La chiusura degli accessi diretti lungo la SS 309 nel tratto compreso tra il distributore e Via Avogadro consente inoltre di migliorare la sicurezza impedendo l'immissione diretta dei veicoli sulla SS 309 ed eliminando la possibilità di svolta a sinistra.